



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



TESIS DE MAESTRÍA

Evaluación de la calidad del aire interior en relación a los contaminantes biológicos –hongos y mohos*-proliferados en Cooperativas de Vivienda de construcción tradicional en Montevideo, Uruguay.

Integración de aportes científicos-técnicos-normativos de otros países y su extrapolación a la realidad de Uruguay de los resultados de la teoría aplicada tendiente a evitar patologías edilicias que provocan mala calidad del aire interior y enfermedades en el usuario.

Alumna: Sofía Sáez, Arquitecta

Directora: Susana Isabel Mühlmann, Arquitecta (FADU – UBA - Argentina)

Co-Directora: Mariana Umpierrez, Master en Química (Facultad de Biotecnología – ORT - Uruguay)

Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable
Facultad de Arquitectura
Universidad Nacional de La Plata

La Plata, Argentina
Octubre 2019

*Nota: En la versión original de la Tesis presentada ante la Universidad, se realizó permanente mención de “hongos y mohos”. Cabe destacar que la terminología biológicamente más rigurosa, consiste en expresarlos como “mohos –hongos miceliales o filamentosos-”; y en relación a la evaluación realizada por el Prof. Bact. Doctor Enso Hugo Reinoso, dicha corrección se realizó en toda la extensión del texto que ahora se presenta. Cabe consignar, no obstante, que la denominación original tuvo como razón fundamental que la presente investigación es una Tesis de Arquitectura, dirigida principalmente a arquitectos, ingenieros e idóneos de las ciencias de la construcción y del ámbito de la salud, cuya visión del tema no tiene el alcance, por la propia formación académica, del entendimiento y conocimiento que, precisamente, aporta un especialista en micología. En ese sentido, en el quehacer cotidiano de los profesionales mencionados, el término “hongo” se asocia a las “setas”; mientras que los “mohos”, a las manchas y deterioros visibles en los materiales de construcción. En relación al título, una vez aprobado el Plan de Tesis por el Consejo Directivo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP, el mismo no puede cambiarse, razón administrativa por la cual, no se ha modificado en la versión corregida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Nota.....	2
Agradecimientos.....	7
Resumen.....	8
Índice de figuras.....	9
Índice de gráficos.....	11
Índice de tablas.....	12
Lista de acrónimos.....	13
Glosario.....	15
CAPÍTULO 1. Introducción.....	23
1.1 Planteo del problema.....	37
1.2 Objetivo general.....	42
1.3 Objetivos particulares.....	42
1.4 Hipótesis.....	43
1.5 Propósito de la investigación.....	43
1.6 Alcances, limitantes y potenciales.....	44
1.7 Enfoque metodológico.....	45
1.8 ¿Cómo se incluye esta investigación en el marco de la Arquitectura y el Hábitat Sustentable?.....	46
CAPITULO 2. Estado del Arte.....	48
2.1 Antecedentes investigativos.....	48
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	48
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	50
2.2 Sistema Cooperativo en el Uruguay.....	58
2.3 Síndrome del Edificio Enfermo	
2.3.1 Generalidades.....	65
2.3.2 Contaminantes biológicos: caso particular del efecto nocivo de las micotoxinas producto de los mohos (hongos miceliales o filamentosos).....	67
2.4 Reino Fungi	
2.4.1 Generalidades.....	73
2.4.2 Estructura, transporte, ciclo de vida.....	74
2.4.3 Metabolismo de los mohos: micotoxinas y MVOCs.....	76
2.5 Mohos (hongos miceliales o filamentosos) en los edificios	
2.5.1 El rol del agua en la proliferación de los mohos.....	80
2.5.2 La ventilación y la importancia de la renovación del aire.....	80

2.5.3	La envolvente material del edificio: el rol de la barrera térmica, la barrera de vapor y la hidro repelente en relación a la humedad.....	82
2.5.4	Los distintos tipos de humedad en la construcción.....	85
2.5.5	Los puentes térmicos, la condensación y “el efecto de la pared fría”.....	92
2.5.6	Variables termo-energéticas que tienen directa incidencia con la formación de condensaciones en los cerramientos.....	102
2.5.7	Factores que propician el crecimiento de los mohos (hongos miceliales o filamentosos) en edificios.....	114
2.5.8	Los mohos en los edificios: materiales que ofician de nutrientes para su crecimiento, géneros y especies más comunes.....	116
2.5.9	Evaluación de mohos (hongos miceliales o filamentosos) en edificios: metodología.....	119
2.6	Los mohos y la salud	
2.6.1	La interacción de los mohos y el usuario: efectos en la salud por exposición.....	122
2.7	Normalización y regulación	
2.7.1	Normativa internacional más relevante relacionada a la calidad del aire interior: caso específico de los mohos. Breve reseña.....	126
CAPITULO 3.	Metodología.....	131
3.1	Procedimiento de trabajo, normas aplicadas y herramientas utilizadas.....	131
3.1.1	Descripción.....	131
3.1.1.1	Justificación de la elección de la población de estudio y de la unidad de análisis.....	131
3.1.1.2	Justificación de la zona geográfica de estudio.....	136
3.1.1.3	Montevideo y la zona climática IVd según norma UNIT 1026, estrategias de diseño para la envolvente opaca edilicia.....	137
3.1.1.4	Justificación de la muestra.....	141
3.1.2	Procedimiento de estudio de casos.....	141
3.1.2.1	Evaluación teórica de la envolvente edilicia.....	141
3.1.2.1.1	Resistencia y transmitancia térmica.....	148
3.1.2.1.2	Capacidad térmica.....	148
3.1.2.1.3	Retardo térmico y factor de amortiguamiento.....	148
3.1.2.1.4	Riesgo de condensación.....	149
3.1.2.1.5	Transmitancia térmica media ponderada.....	150
3.1.2.1.6	Corrección de la transmitancia térmica debido a puentes térmicos (caso de discontinuidad en el aislante).....	151
3.1.2.1.7	Temperatura equivalente (sol-aire) a la hora de Te máxima por plano.....	152
3.1.2.1.8	Temperatura superficial interior máxima y mínima.....	154
3.1.2.1.9	Densidad del flujo térmico en condiciones de invierno y verano.....	154
3.1.2.1.10	Costo de construcción por m2 de solución constructiva.....	155
3.1.2.2	Evaluación experimental de la envolvente edilicia.....	161
3.1.2.2.1	Temperatura interior, humedad relativa interior y punto de rocío.....	161
3.1.2.2.2	Detección cuantitativa de humedad contenida en cerramientos.....	163
3.1.2.2.3	Evaluación cualitativa de patologías edilicias, puentes térmicos y puntos singulares de la construcción.....	164
3.1.2.2.4	Valores instantáneos de CO2 interior.....	165
3.1.2.2.5	Muestreo de mohos (hongos miceliales o filamentosos) visibles en sitio....	166
3.2	Interpretación (diseño y lectura) de las fichas tipo que representan el resumen de los estudios de caso.....	169

CAPITULO 4. Resultados.....	180
4.1 Estudios de caso: fichas resumen.....	180
4.1.1 Estudio de caso n° 1 - Ansina 1017 apto 302.....	181
4.1.2 Estudio de caso n° 2 – Juan Ramón Gómez 2530.....	193
4.1.3 Estudio de caso n° 3 – Malinas 3843 entre Rafael y Libia.....	206
4.1.4 Estudio de caso n° 4 – Cerro Largo 1726 bis esq. Tristán Narvaja.....	218
4.1.5 Estudio de caso n° 5 - Lorenzo Carnelli 1032 apto 302.....	231
4.1.6 Estudio de caso n° 6 - Lorenzo Carnelli 1020 apto 303.....	243
4.1.7 Estudio de caso n° 7 - Minas 1031 apto 302.....	255
4.1.8 Estudio de caso n° 8 - Ansina 1024 apto 302.....	267
4.1.9 Estudio de caso n° 9 - Ansina 1018 apto 102.....	279
4.1.10 Estudio de caso n° 10 – José Ellauri 1324 apto 102.....	290
4.1.11 Estudio de caso n° 11 – Miguel Barreiro 3370 apto 901.....	302
4.1.12 Estudio de caso n° 12 - Ansina 1017 apto 202.....	314
4.1.13 Estudio de caso n° 13 - Minas 1023 apto 303.....	325
4.1.14 Estudio de caso n° 14 - Ansina 1006 apto 101.....	337
4.1.15 Estudio de caso n° 15 - Minas 1007 apto 102.....	348
4.1.16 Estudio de caso n° 16 - Carlos Quijano 890 apto 206.....	358
4.1.17 Estudio de caso n° 17 - Carlos Quijano 890 apto 202.....	370
4.1.18 Estudio de caso n° 18 - Carlos Quijano 890 apto 203.....	382
4.1.19 Estudio de caso n° 19 - Ansina 1018 apto 303.....	394
4.1.20 Estudio de caso n° 20 - Minas 1015 apto 002.....	406
4.2 Análisis y discusión de resultados.....	417
4.3 Matriz de atlas de caracterización de los géneros y especies de mohos más comunes en edificios de construcción tradicional.....	440
4.4 Recomendaciones según resultados: Guía de recomendaciones generales para el profesional en arquitectura, para evitar la tendencia a la aparición de humedades y mohos en edificios de Montevideo y de construcción tradicional.....	449
CAPÍTULO 5. Conclusiones.....	464
BIBLIOGRAFIA.....	467
ANEXOS.....	490

Programas universidades: mapa curricular Plan 2002 FADU-UdelaR; mapa curricular Plan 2015 FADU-UdelaR; plan de estudios 2017 FARQ-ORT

Listado actualizado de IATs

Guía de vivienda 2015. Extracto Programa Cooperativas

Reportes HTerm 3.0 de los cerramientos de los Estudios de Caso

Cálculos del resto de las variables del perfil termo-energético

Planillas de cálculo del perfil económico – costos unitarios

Planilla de laudo oficial

Planillas Excel con datos monitoreados por los microadquisidores de datos

Reportes HTerm 3.0 de las soluciones propuestas en Cortes Integrales de la *Guía de recomendaciones generales para el profesional en arquitectura y para el usuario, a*

efectos de evitar la tendencia a la formación de humedades y mohos en edificios de Montevideo y de construcción tradicional, durante la etapa de diseño, construcción y uso de los mismos.

Póster resumen

Agradecimientos

En primer lugar, un agradecimiento especial a Jorge Czajkowski, por su constante atención y respuesta a todas mis inquietudes, y por despertar en mí, gracias al enfoque de la Maestría, la vocación por esta temática tan apasionante. Asimismo, mi reconocimiento a María Czajkowski cuya eficaz gestión administrativa me facilitó sin duda la realización de las distintas etapas desde el año 2015, considerando mi distancia física con la Universidad.

A todos los docentes de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Universidad Nacional de La Plata, por la enseñanza brindada y la transferencia de conocimientos en cada una de las áreas temáticas.

A mi Directora y Co-Directora, Susana y Mariana respectivamente, por la paciencia, apoyo, generosidad en su transmisión de conocimientos y sobre todo, el tiempo dedicado.

Al Laboratorio de Biotecnología de la Universidad ORT Uruguay, por permitirme realizar las prácticas necesarias para darle un valor agregado a la presente investigación.

A los propietarios de las viviendas, por permitirme entrar en sus hogares e interrumpir sus quehaceres cotidianos durante las evaluaciones en sitio. Dentro de este grupo un agradecimiento muy especial a Sebastián Bassani, quien me ayudó a conseguir la mayor cantidad de Estudios de Caso, que le dieron un gran valor y rigor técnico a esta investigación.

A la colega y amiga Patricia Varela, por gestionar en ASSE los permisos correspondientes y conseguirme las policlínicas de la Red de Atención Primaria como parte de los casos especiales para efectuar las auditorías. En este sentido, también a la Unidad Ejecutora de la RAP METROPOLITANA, cuya Directora es la Dra. Ana Noble, por haberme concedido el aval para realizar las evaluaciones correspondientes en las Policlínicas seleccionadas.

A mi colega y amigo Duilio Amándola, que siempre tuvo una palabra positiva y de aliento; y a todos los colegas de la Sociedad de Arquitectos del Uruguay, sobre todo Fernando, Alberto, Marcel, Virginia, cuyo aporte anímico en los últimos tramos de la elaboración del trabajo resultaron trascendentales.

A mis compañeros de la Maestría, por haber estado siempre disponibles para apoyarnos y sacarnos dudas. A Luciana, especialmente, cuyo contacto permanente me ayudó a encarar aspectos de su especialidad.

A mi padre, porque compartimos esta hermosa profesión y sin duda alguna es mi modelo a seguir y fue el sostén emocional para la realización de la Maestría y de esta investigación, incentivándome a nunca bajar los brazos; así como también a mi madre, hermana y cuñado por su confianza y apoyo incondicionales.

A Paula, mi mejor amiga, por estar siempre, sobre todo en los momentos más difíciles, y por siempre creer en mí.

A Yuri, mi amor, el hombre que ha sido mi apoyo y pilar fundamental sobre todo en el último tiempo previo a la defensa; quien me acompaña en todo momento y me anima a seguir superándome. Gracias por compartir tu vida conmigo. Te amo.

Resumen

Como consecuencia de la masificación que propició el uso de materiales asequibles a la construcción, por la cantidad y disponibilidad de materia prima aprovechable localmente, la construcción de tipo tradicional ha tenido (y sigue teniendo en el día de hoy), amplia utilización y evolución. Esto ha sido considerablemente favorable porque permitió y permite la construcción de edificios que brindan seguridad a los usuarios. Sin embargo, comportamientos observados a través del tiempo revelan aspectos deficitarios en cuanto a su concepción formal –volumétrico- y material (propiedad intelectual de los técnicos) y en la forma de uso y mantenimiento (por parte de los usuarios). Ambos aspectos en sinergia, junto con las características climáticas locales, pueden provocar la aparición, a corto o mediano plazo, de patologías edilicias que más allá de las consecuencias estéticas que conllevan, implican sobrecostos no previstos de mantenimiento, de climatización (por cuanto modifican las condiciones ambientales interiores y por tanto, la sensación de confort del usuario), así como afectaciones negativas en la salud del mismo. Estas repercusiones no solo implican un problema a nivel personal, sino a nivel macro desde el punto de vista del colapso de los centros sanitarios en ciertas épocas del año por los mismos tipos de enfermedades: respiratorias y alérgicas en su gran mayoría, algunas otras de carácter más grave pero que tienen relación directa con la susceptibilidad y predisposición genética del individuo.

En este contexto, la presente investigación se orienta a realizar aportes a la academia y a los profesionales de la construcción y de la medicina, tanto como al propio usuario, de forma tal que puedan minimizarse o erradicarse algunas patologías edilicias comprobadamente vinculadas con el ingreso de agua, así como inadecuadas condiciones ambientales interiores. También contempla la posibilidad de brindar al profesional de la salud, una visión de la problemática de determinadas enfermedades desde el punto de vista del entorno físico, del propio ambiente, de modo de identificar y vincular rápidamente los problemas de salud del usuario en relación al ambiente expuesto. Además, con un enfoque más general, apunta a proveer sólidos resultados para contribuir a la actualización de Planes de Estudios a nivel académico, así como la Normativa Nacional de Edificación y Políticas de Estado. Con tal finalidad se propone una guía de recomendaciones que colabore en las distintas etapas de la vida de un edificio: su diseño, su construcción y su uso. Como herramienta complementaria en este sentido, se incorpora una matriz de atlas de reconocimiento visual de las especies de mohos (hongos miceliales o filamentosos) hallados en los Estudios de Caso, atlas de carácter “abierto” para que se continúen incorporando géneros y especies fruto de futuras investigaciones.

Índice de figuras

Figura 1: Fuentes contaminantes del interior de los edificios.....	24
Figura 2: Esquema de calidad energética y medioambiental de los edificios.....	26
Figura 3: Ilustración de la Revolución Industrial.....	30
Figura 4: Vivienda de New York, 1890, donde se puede apreciar el cielorraso Enmohecido.....	31
Figura 5: Vivienda de España, 1900, donde se aprecian las paredes enmohecidas y con gran cantidad de suciedad.....	31
Figura 6: Ilustración sobre la contaminación de las aguas del río Támesis.....	32
Figura 7: Gráfico de la evolución histórica de las tasas de ventilación.....	33
Figura 8: Casa Farnsworth, Ludwig Mies Van Der Rohe.....	34
Figura 9: Seagram Building, Ludwig Mies Van Der Rohe.....	34
Figura 10: Collage de John McHale y Richard Hamilton titulado “Just what is it that makes today's homes so different, so appealing?” (1956).....	36
Figura 11: Edificios de Montevideo.....	37
Figura 12: Edificios de Montevideo – Rambla de Pocitos.....	38
Figura 13: Edificios de Montevideo – vista desde el Parque Villa Biarritz.....	38
Figura 14: Termograma sobre imagen real de un típico edificio de vivienda ubicado en un tradicional barrio Montevideano.....	39
Figura 15: Termograma sobre imagen real de un típico edificio de vivienda ubicado en un tradicional barrio Montevideano.....	39
Figura 16: Infografía sobre la presente investigación.....	47
Figura 17: Complejo habitacional en Montevideo – COVIREUS AL SUR, Agencia Nacional de Vivienda – 2012.....	61
Figura 18: Humedad de condensación en unidad de vivienda de cooperativa COVIREUS AL SUR.....	61
Figura 19: Humedad de condensación en unidad de vivienda de cooperativa COVIREUS AL SUR.....	62
Figura 20: Esporas típicas del género <i>Alternaria</i> sp, que crece habitualmente en lugares con mucha humedad como duchas, debajo de fregaderos o donde ingresó o filtró agua proveniente del exterior o de una rotura de instalación sanitaria.....	68
Figura 21: Conidióforo de <i>Aspergillus</i> sp.....	68
Figura 22: Aspergiloma pulmonar.....	69
Figura 23: “ <i>Aspergilosis angioinvasiva en una mujer de 86 años con carcinoma de cérvix y neutropenia grave secundaria a tratamiento con quimioterapia</i> ”.....	69
Figura 24: Micrografía de conidias de <i>Aspergillus</i> sp.....	70
Figura 25: Cultivo de <i>Cladosporium</i> sp. Usualmente prolifera en tejidos como alfombras y elementos de madera (caso piezas de estructura).....	70
Figura 26: Remoción de mohos en caso de proliferación invasiva.....	72
Figura 27: Hifa septada (a), hifa cenocítica (b) y micelio de un hongo filamentoso(c).....	74
Figura 28: Tamaño de los microorganismos – mohos y setas señaladas.....	75
Figura 29: Ciclo de vida de un moho de la clase Basidiomycetes.....	76
Figura 30: Revestimientos hidrófugos (a, b y); capilares tratados con revestimientos hidrófugos (c) y geles bloqueadores de capilares (d).....	84
Figura 31: Esquema de humedad por ascensión capilar a través de la fundación.....	85
Figura 32: Esquema de manifestación del agua contenida en sustratos de acuerdo al tipo de humedad.....	86
Figura 33: Fenómenos capilares.....	87
Figura 34: Humedad capilar - con proliferación de mohos-. Vivienda en Mdeo.....	88
Figura 35: Humedad capilar – vista de las sales por eflorescencias-. Vivienda en Montevideo.....	88
Figura 36: Humedad capilar – biodeterioro a nivel de zócalo exterior -. Vivienda en	

Montevideo.....	89
Figura 37: Humedad de filtración por fallo en impermeabilización en azotea. Vivienda en Montevideo.....	90
Figura 38: Humedad de filtración por fallo en impermeabilización en azotea. Vivienda en Montevideo.....	90
Figura 39: Humedad accidental por rotura de cañerías en el baño del piso contiguo. Vivienda en Montevideo.....	91
Figura 40: Humedad accidental por rotura de montante de agua potable con la consecuente inundación del ducto. Vivienda en Montevideo.....	91
Figura 41: Esquemas en muro de doble hoja de casos de condensación superficial e intersticial.....	97
Figura 42: Flujo térmico durante el invierno a través de paño central de pared y puente térmico de encuentro pared/entrepiso.....	98
Figura 43: Condensación en carpintería metálica de abertura. Vivienda en Mdeo.....	99
Figura 44: Mohos en antepecho de pared orientación sur. Vivienda en Montevideo.....	99
Figura 45: Mohos en paño central de pared orientada al sur-este. Vivienda en Montevideo.....	99
Figura 46: Eflorescencias salinas causadas por condensaciones en el interior del muro.....	100
Figura 47: Termograma e imagen real del detalle del muro de mampostería vista en fachada suroeste. Vivienda en Montevideo.....	101
Figura 48: Termogramas e imágenes reales de las humedades de condensación en diedros superiores de fachadas sureste (arriba) y suroeste (abajo). Vivienda en Montevideo.....	101
Figura 49: Régimen estacionario, transmisión de medio a medio.....	107
Figura 50: Distintos casos de régimen variable.....	108
Figura 51: Gráfico de las condiciones de análisis de un cerramiento en régimen variable cíclico.....	109
Figura 52: Inercia térmica.....	111
Figura 53: Mapa de zonificación climática del Uruguay, con sombreado en la zona climática de estudio, a la cual pertenece el Dpto. de Montevideo.....	138
Figura 54: Ficha tipo – General.....	169
Figura 55: Ficha tipo – Estudio de Caso: imágenes de recorrido.....	170
Figura 56: Ficha tipo – Estudio teórico.....	171
Figura 57: Ficha tipo – Monitoreo in situ de las condiciones ambientales interiores..	172
Figura 58: Ficha tipo – Caracterización cualitativa: termografía infrarroja.....	173
Figura 59: Ficha tipo – Observaciones de los termogramas.....	174
Figura 60: Ficha tipo – Patologías edilicias: imágenes macroscópicas.....	175
Figura 61: Ficha tipo – Caracterización cuantitativa: mapeos de humedades.....	176
Figura 62: Ficha tipo – Muestreos in situ y resultados de laboratorio.....	177
Figura 63: Ficha tipo – Muestreos in situ y resultados de laboratorio.....	178
Figura 64: Ficha tipo – Encuesta al usuario.....	179
Figura 65: Condensaciones superficiales e intersticiales con escorrentía en cielorraso de oficina en desuso – Estudio de Caso n° 4.....	433
Figura 66: Condensaciones superficiales en abertura de aluminio con escorrentía en antepecho – Estudio de Caso n° 15.....	436
Figura 67: Filtración de agua de lluvia a través de abertura, con proliferación en antepecho de terminación texturada – Estudio de Caso n° 1.....	437
Figura 68: Eflorescencia en paño central de envolvente – Estudio de Caso n° 2.....	438

Índice de gráficos

Gráfico 1: Materiales predominantes en paredes.....	40
Gráfico 2: Materiales predominantes en techos.....	40
Gráfico 3: Hogares de Montevideo según problemas de construcción y conservación.....	42
Gráfico 4: Diagrama Psicrométrico.....	93
Gráfico 5: Variación de la conductividad térmica de materiales aislantes en función de la humedad (según EN ISO 10456).....	96
Gráfico 6: Grafico de comportamiento de materiales opacos ante la radiación.....	112
Gráfico 7: Temperaturas equivalentes para varios planos en la latitud 35° S (Montevideo).....	113
Gráfico 8: Distribución de viviendas nuevas según programas habitacionales del período 2005-2010.....	133
Gráfico 9: Distribución de viviendas nuevas según programas habitacionales del período 2010-2014.....	133
Gráfico 10: Distribución de Cooperativas de Vivienda – obras iniciadas del periodo 2010-2014.....	134
Gráfico 11: Distribución de Cooperativas de Vivienda – obras terminadas del periodo 2010-2014.....	135
Gráfico 12: Ábaco psicrométrico con el modelo de confort ASHRAE 55 incorporado.....	139
Gráfico 13: Detalle muro M1.....	142
Gráfico 14: Detalle muro M2.....	143
Gráfico 15: Detalle muro M3.....	143
Gráfico 16: Detalle muro M4.....	144
Gráfico 17: Detalle muro M5.....	144
Gráfico 18: Detalle muro M6.....	145
Gráfico 19: Detalle cubierta C1.....	146
Gráfico 20: Detalle cubierta C2.....	146
Gráfico 21: Detalle cubierta C3.....	147
Gráfico 22: Detalle cubierta C4.....	147
Gráfico 23: Indicadores de tipo de climatización y hábitos de ventilación natural.....	420
Gráfico 24: Indicadores de aspectos constructivos.....	420
Gráfico 25: Indicadores de aspectos constructivos: transmitancia térmica de muros.....	421
Gráfico 26: Indicadores de aspectos constructivos: transmitancia térmica de techos.....	422
Gráfico 27: Indicadores de aspectos constructivos: capacidad térmica de muros.....	423
Gráfico 28: Indicadores de aspectos constructivos: capacidad térmica de techos.....	423
Gráfico 29: Indicadores de aspectos constructivos: retardo térmico de muros.....	424
Gráfico 30: Indicadores de aspectos constructivos: retardo térmico de techos.....	424
Gráfico 31: Indicadores de aspectos constructivos: factor de amort. de muros.....	425
Gráfico 32: Indicadores de aspectos constructivos: factor de amort. de techos.....	425
Gráfico 33: Indicadores referentes a la salud del usuario.....	426
Gráfico 34: Indicadores de patologías edilicias.....	426
Gráfico 35: Indicadores de mohos hallados: géneros.....	427
Gráfico 36: Indicadores de mohos hallados: géneros y especies.....	427
Gráfico 37: Indicadores económicos: costo de construcción/m2 de pared.....	428
Gráfico 38: Indicadores económicos: costo de construcción/m2 de techo.....	429
Gráfico 39: Corte integral tipo, con muro doble de mampostería y cubierta tradicional invertida transitable. Sin escala.....	459
Gráfico 40: Corte integral tipo, con muro simple de mampostería y cubierta tradicional invertida transitable. Sin escala.....	460

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla con las micotoxinas producidas por los mohos más comunes en el interior de edificios.....	77
Tabla 2: Tabla con los MVOCs más comunes producidas por mohos en el interior de edificios.....	79
Tabla 3: Tabla con pautas para un diseño higrotérmico correcto de los cerramientos.....	95
Tabla 4: Tabla símbolos y unidades.....	103
Tabla 5: Cantidad de agua requerida para la proliferación de los mohos de interiores más comunes.....	115
Tabla 6: Mohos más comunes de ambientes interiores.....	118
Tabla 7: Tabla con el resumen de datos climáticos.....	139
Tabla 8: Tabla de condiciones base para la evaluación del riesgo de condensación en cerramientos opacos según DECCA.....	150
Tabla 9: Tabla de proveedores de referencia.....	156
Tabla 10: Información técnica de los microadquisidores de datos Hobo ONSET.....	162
Tabla 11: Información técnica de los sensores HT1.....	163
Tabla 12: Información técnica del higrómetro Extech.....	164
Tabla 13: Información técnica de la cámara termográfica Fluke.....	164
Tabla 14: Información técnica del monitor de CO2.....	165
Tabla 15: Matriz resumen de resultados de los Estudios de Caso 1 a 10.....	418
Tabla 16: Matriz (cont.) resumen de resultados de los Estudios de Caso 11 a 20.....	419
Tabla 17: Listado de géneros/especies encontradas en los Estudios de Caso, y su respectivo porcentaje de participación con respecto al total.....	434
Tabla 18: Referencia a las imágenes de la matriz de atlas de mohos (hongos miceliales o filamentosos) encontrados en los Estudios de Caso.....	440

Lista de acrónimos

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ADN	Ácido Desoxirribonucleico
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AIHA	American Industrial Hygiene Association
ANSI	American National Standards Institute
ANV	Agencia Nacional de Vivienda
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
BHU	Banco Hipotecario del Uruguay
CCOHS	Canadian Centre for Occupational Health and Safety
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CO2	Dióxido de Carbono
CUDECOOP	Confederación Uruguaya de Entidades Cooperativas
DNE	Dirección Nacional de Energía
EPA	Environmental Protection Agency
HEPA	High Efficiency Particulate Air
HR	Humedad relativa
IAQ	Indoor Air Quality
IAT	Instituto de Asesoramiento Técnico
IICRC	Institute of Inspection Cleaning and Restoration Certification
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
INVE	Instituto Nacional de Viviendas Económicas
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
ISO	International Organization for Standardization
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
NCCEH	National Collaborating Centre for Environmental Health
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
ONU	Organización de las Naciones Unidas

OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
OPP	Oficina de Planeamiento y Presupuesto de la República
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PCR	Reacción en Cadena de la Polimerasa
UdelaR	Universidad de la República
UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
WHO	World Health Organization

Glosario

Abiótico: “*adj. Biol. Dicho de un medio: Que carece de seres vivos*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)¹.

Absortancia: “*Fracción de la radiación incidente sobre un cuerpo que es absorbida por el mismo*” (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.)²

Ácaro: “*m. Zool. Arácnido generalmente de menos de un milímetro de longitud, de respiración traqueal o cutánea, con cefalotórax tan íntimamente unido al abdomen que no se percibe separación entre ambos, y que suele ser parásito de otros animales o plantas*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)³

Afección respiratoria: “*Las enfermedades respiratorias afectan a las vías respiratorias, incluidas las vías nasales, los bronquios y los pulmones. Incluyen desde infecciones agudas como la neumonía y la bronquitis a enfermedades crónicas como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica*” (Organización Mundial de la Salud, s.f.)⁴

Aldehído: “*m. Quím. Compuesto orgánico ternario que se forma como primer producto de la oxidación de ciertos alcoholes y que se utiliza en la industria y en laboratorios químicos por sus propiedades reductoras*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁵

Alergeno:

“*m. Sustancia antigénica que induce una reacción alérgica en un organismo*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁶

Alergia: “*f. Respuesta inmunitaria excesiva provocada en individuos hipersensibles por la acción de determinadas sustancias, especialmente ambientales*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁷

Alergia cutánea: “*Las irritaciones cutáneas pueden ser causadas por una variedad de factores. Estos incluyen trastornos del sistema inmunológico, medicamentos e infecciones. Cuando un alérgeno es responsable de desencadenar una respuesta del*

¹ Abiótico (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=05hYQUU>

² Absortancia (s.f.) En *Glosario de Términos en Agencia Andaluza de la Energía*. Recuperado el 12 de marzo de 2019 de http://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1236080236_pdf_glosario_energia.pdf

³ Ácaro (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=0lxSVOR>

⁴ Infecciones del tracto respiratorio (s.f.) En *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de https://www.who.int/topics/respiratory_tract_diseases/es/

⁵ Aldehído (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=1fc8Mro>

⁶ Alergeno (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=1iLgNOF>

⁷ Alergia (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=1iNASg5>

sistema inmunológico, entonces estamos ante una afección de alergia cutánea” (American Academy of Allergy Asthma & Immunology, s.f.)⁸

Bacteria: “*f. Microorganismo unicelular sin núcleo diferenciado, algunas de cuyas especies descomponen la materia orgánica, mientras que otras producen enfermedades”* (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁹

Benceno: “*m. Quím. Hidrocarburo líquido, de estructura en forma de anillo y con seis átomos de carbono, aromático, incoloro e inflamable, de amplia utilización como disolvente y como reactivo en operaciones de laboratorio y usos industriales”* (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)¹⁰

Bioaerosol: “*(...) contaminantes ambientales de procedencia biológica (...) constituidos por las partículas, las moléculas de tamaño grande, o los compuestos orgánicos volátiles que están vivos o que proceden de un organismo vivo”* (INSHT. NTP 409. P. 1)¹¹

Biocida: “*Toda sustancia o mezcla, en la forma en la que se suministra al usuario, que esté compuesta por, o genere una o más sustancias activas, con la finalidad de destruir, contrarrestar o neutralizar cualquier organismo nocivo, o de impedir su acción o ejercer sobre él un efecto de control de otro tipo, por cualquier medio que no sea una mera acción física o mecánica (...)*” (UNE 100030:2017. P.7)¹²

Biodeterioro: “*(...) se entiende como una alteración irreversible de los materiales que lo constituyen, debido a la actividad metabólica de una o más poblaciones de microorganismos u organismos vivos pertenecientes a distintos grupos sistemáticos”* (Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – Junta de Andalucía, s.f.)¹³

Biosíntesis: “*f. Biol. Síntesis de compuestos orgánicos realizada por seres vivos o in vitro mediante enzimas”* (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)¹⁴

⁸ Alergia cutánea (s.f.) En *American Academy of Allergy Asthma & Immunology*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.aaaai.org/global/spanish-materials/conditions-treatments/allergies/skin-allergy>

⁹ Bacteria (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=4l0hflH>

¹⁰ Benceno (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=5LEYFHp>

¹¹ INSHT. NTP 409: *Contaminantes biológicos: criterios de valoración*. Madrid. 1996; p. 1. [Disponible online] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_409.pdf [Consulta marzo 2019]

¹² UNE 100030:2017. *Prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones*. p.7. Madrid: AENOR. 2017

¹³ Biodeterioro del Patrimonio Cultural (s.f.) En *Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – Junta de Andalucía*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de https://www.iaph.es/web/canales/Ciencias_Experimentales_y_Patrimonio_Cultural/biologia/biodeterioro/index.html

¹⁴ Biosíntesis (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=5Zg65U3>

Biótico: “*adj. Biol. Característico de los seres vivos o que se refiere a ellos*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)¹⁵

Bronquio: “*m. Cada uno de los dos conductos fibrocartilaginosos en que se bifurca la tráquea y que entran en los pulmones*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)¹⁶

Cérvix: “*m. o f. Anat. cuello uterino*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)¹⁷

Compuesto volátil de origen microbiano -MVOCs-: “*Microbial volatile organic compounds (MVOCs) are a variety of compounds formed in the metabolism of fungi and bacteria*” [Los compuestos orgánicos volátiles de origen microbiano (MVOCs) son una variedad de compuestos formados por el metabolismo de hongos y bacterias] (KORPI, A. JARNBERG, J. PASANEN, AL. 2009. p. 1)¹⁸

Confort higrotérmico: “*(...) determina una serie de factores como la humedad, temperatura y ventilación de los espacios habitados y se relaciona directamente con las características de la vivienda, con el clima del entorno y con los habitantes*” (ESPINOZA, Constanza. CORTÉS, Alejandra. S.f.)¹⁹

Contaminante (agente) biológico: “*Son los microorganismos con inclusión de los genéticamente modificados, los cultivos celulares y los endoparásitos humanos susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad*” (INSHT. Agentes Biológicos. P.1)²⁰

Dióxido de Titanio: “*El dióxido de titanio (TiO₂) es una sustancia inorgánica sólida de color blanco que es térmicamente estable, no inflamable, poco soluble y no clasificada como peligrosa según la (ONU) Sistema Globalmente Armonizado de las Naciones Unidas de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS).*” (Titanium Dioxide Manufacturers Association, p. 1.)²¹

Disgregación por heladicidad: “*consiste en la congelación del agua contenida en un muro, cubierta, etc.; la cual puede encontrarse en el exterior (lluvia) o en el interior en*

¹⁵ Biótico (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=5ZwVNC1>

¹⁶ Bronquio (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=69gbzLD>

¹⁷ Cérvix (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=8PEJhmZ>

¹⁸ KORPI, A. JARNBERG, J. PASANEN, AL. *Microbial volatile organic compounds*. USA: PUBMED US National Library of Medicine National Institutes of Health. 2009. P. 1 [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19204852> [Consulta: enero 2019]

¹⁹ ESPINOZA, Constanza. CORTÉS, Alejandra. Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante (s.f.) En *Revista INVI*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/903/1248>

²⁰ INSHT. *Agentes Biológicos*. Madrid: s.f. p.1. [Disponible online] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Condicion_es_trabajo_PYMES/cuestion11.pdf [Consulta marzo 2019]

²¹ Sobre el Dióxido de Titanio (s.f.) En *Titanium Dioxide Manufacturers Association*, p. 1. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <http://www.pureti.es/wp-content/uploads/2018/06/Que%CC%81-es-el-dio%CC%81xido-de-titanio.pdf>

forma de vapor de agua (condensación). Al pasar al estado sólido (hielo), el agua contenida incrementa su volumen, provocando un empuje entre, por ejemplo, el muro y el revestimiento, pudiendo hacer que éste último se caiga” (GUERRERO PÉREZ, Ramón. S. n.)²²

Eflorescencia: “(...) *cristalización en la superficie de un material de sales solubles contenidas en el mismo (...)*” (ENCICLOPEDIA BROTO DE LA CONSTRUCCIÓN (s.f.) p.163)²³

Enfermedad crónica: “*Enfermedad o afección que por lo general dura 3 meses o más, y es posible que empeore con el tiempo*” (Instituto Nacional del Cáncer. S.f.)²⁴

Enfermedad infecciosa: “*Las enfermedades infecciosas son causadas por microorganismos patógenos como las bacterias, los virus, los parásitos o los hongos. Estas enfermedades pueden transmitirse, directa o indirectamente, de una persona a otra. Las zoonosis son enfermedades infecciosas en los animales que pueden ser transmitidas al hombre*” (Organización Mundial de la Salud, s.f.)²⁵

Enfermedad reumática: “*son un conjunto de más de 200 enfermedades que afectan al aparato locomotor, es decir, a las articulaciones, músculos, tendones y ligamentos, así como al tejido conectivo (como colagenosis o conectivopatías o enfermedades sistémicas) y también incluyen las enfermedades metabólicas del hueso (osteoporosis, osteomalacia, Paget, etc.)*” (Instituto de Medicina EGR, s.f.)²⁶

Envolvente térmica: “*se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior, así como de las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior*” (UNIT 1150:2010, s.f., p. 3)²⁷

Enzima: “*m. o f. Bioquím. Proteína que cataliza específicamente una reacción bioquímica del metabolismo*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)²⁸

²² GUERRERO PÉREZ, Ramón. *Edificación y Eficiencia Energética en los Edificios*. Málaga: IC Editorial. 1ª Edición. 2016. 338p. ISBN 978-84-16271-46-7

²³ ENCICLOPEDIA BROTO DE LA CONSTRUCCIÓN (s.f.) p.163 [Disponible online]
https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf [Consulta marzo 2019]

²⁴ Enfermedad crónica (s.f.) En *Instituto Nacional del Cáncer*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/enfermedad-cronica>

²⁵ Enfermedades infecciosas (s.f.) En *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de https://www.who.int/topics/infectious_diseases/es/

²⁶ Enfermedades reumáticas (s.f.) En *Instituto de Medicina EGR*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.egr.es/enfermedades-reumaticas/>

²⁷ UNIT 1150:2010. Desempeño térmico de los edificios de uso residencial. Diseño de la envolvente. Parámetros y guías para el cálculo. Montevideo: UNIT. 2010. p. 3

²⁸ Enzima (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=Fu2c5Lc>

Espora: “A general term for a reproductive structure in fungi, bacteria and cryptogams” [Término general de la estructura reproductiva de un hongo, bacteria o criptógama] (FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert. 2017. P.516)²⁹

Estudio epidemiológico – epidemiología: “La epidemiología es el estudio de la distribución y los determinantes de estados o eventos (en particular de enfermedades) relacionados con la salud y la aplicación de esos estudios al control de enfermedades y otros problemas de salud. Hay diversos métodos para llevar a cabo investigaciones epidemiológicas: la vigilancia y los estudios descriptivos se pueden utilizar para analizar la distribución, y los estudios analíticos permiten analizar los factores determinantes.” (Organización Mundial de la Salud, s.f.)³⁰

Eucariota: “adj. Biol. eucarionte. Apl. a organismo, u. t. c. s. m.” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)³¹

Eucarionte:

“adj. Biol. Dicho de una célula: Que tiene el ácido desoxirribonucleico en un núcleo diferenciado, envuelto por una membrana.” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)³²

Glucano: “polisacárido (glúcidos) formado por subunidades de D-glucosa unidas por enlaces glucosídicos. Los enlaces pueden ser de dos tipos: alfa y beta”³³

Heterótrofo: “adj. Biol. Dicho de un organismo: incapaz de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas, por lo que debe nutrirse de otros seres vivos; p. ej., los animales y los hongos” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)³⁴

Hidrófilo, hidrofílico: “(...) hydrophilic molds are those molds that require very high levels of moisture to grow” [(...) los hongos hidrofílicos son aquellos hongos que requieren niveles muy altos de humedad para crecer] (Mold & Bacteria Consulting Laboratories, s.f.)³⁵

²⁹ FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert. Microorganisms in Home and Indoor Work Environments: Diversity, Health Impacts, Investigation and Control, Second Edition. USA: CRC Press. 2017. P. 516

³⁰ Epidemiología (s.f.) En Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.who.int/topics/epidemiology/es/>

³¹ Eucariota (s.f.) En Diccionario de la Real Academia Española. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=H5WI3bA>

³² Eucarionte (s.f.) En Diccionario de la Real Academia Española. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=H5Wh9yM>

³³ Glucano (s.f.) En Plantas y Hongos. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <http://www.plantasyhongos.es/glosario/glucano.htm>

³⁴ Heterótrofo (s.f.) En Diccionario de la Real Academia Española. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=KHLOR3c>

³⁵ Water activity requirements for mold growth (s.f.) En Mold & Bacteria Consulting Laboratories. Recuperado el 15 de marzo de 2019 de <https://www.moldbacteria.com/mold/water-activity-requirements-for-mold-growth.html>

Hifa: “Filamento largo de células que forman el cuerpo de un hongo” (Plantas y hongos, s.f.)³⁶

Hipoclorito de sodio: “El hipoclorito es la sal del ácido hipocloroso. Se formula en varios tipos de formas. El hipoclorito se aplica generalmente como el hipoclorito de sodio (NaClO) e hipoclorito de calcio (Ca(ClO)₂). Estos compuestos se pueden aplicar como biocidas. Funcionan mucho de la misma manera que el cloro, aunque son algo menos eficaces.” (Biocidas, s.f.)³⁷

Hongo: “m. Ser vivo heterótrofo, carente de clorofila, hojas y raíces, que se reproduce por esporas y vive parásito, en simbiosis o sobre materias orgánicas en descomposición” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)³⁸

Inmunosupresión: “f. Biol. y Med. Anulación de la respuesta inmunitaria de un organismo” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)³⁹

Irradiación solar: “es la magnitud que mide la energía por unidad de área de radiación solar incidente en una superficie colocada en un lugar y rango de tiempo bien especificados” (La Enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina ECT-AR, s.f.)⁴⁰

Metabolito secundario: “molécula que no es esencial para el crecimiento y desarrollo básicos del vegetal, pero que desempeña las funciones de proporcionar sostén estructural o proteger al vegetal de los herbívoros y de las enfermedades” (NABORS, Murray. 2006. P. 677)⁴¹

Micelio: “m. Bot. Talo de los hongos, formado comúnmente de filamentos muy ramificados y que constituye el aparato de nutrición de estos seres vivos” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁴²

Micotoxina: “(...) son compuestos tóxicos producidos de forma natural por algunos tipos de mohos (...)” (Organización Mundial de la Salud, s.f.)⁴³

Mohos: “Any of a large group of fungi that cause mold or moldiness and that exist as multicellular filamentous colonies (...). Molds typically do not produce macroscopic fruiting bodies” [Cualquiera de un gran grupo de hongos que causan moho o moho y que existen como colonias filamentosas multicelulares (...). Los mohos típicamente no

³⁶ NABORS, Murray. *Introducción a la botánica*. España: Prentice Hall. 2006. p. 675

³⁷ Hipoclorito de sodio (s.f.). En *Biocidas*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.lenntech.es/biocidas.htm>

³⁸ Hongo (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=Kd9rmFV>

³⁹ Inmunosupresión (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=LgOXKXT>

⁴⁰ Irradiación solar (s.f.) En *La Enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina ECT-AR*. Recuperado el 12 de marzo de 2019 de https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Irradiaci%C3%B3n_solar

⁴¹ NABORS, Murray. *Introducción a la botánica*. España: Prentice Hall. 2006. p. 677

⁴² Micelio (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=PAAnmwU0>

⁴³ Micotoxinas (s.f.) En *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>

producen cuerpos fructíferos macroscópicos] (WILLEY, Joanne. SHERWOOD, Linda. WOOLVERTON, Christopher. *Prescott, Harley, Klein'S Microbiology*. 2008. P. 1150)⁴⁴

Muro Trombe: “es un sistema de captación solar pasivo que no tiene partes móviles y que no necesita casi ningún mantenimiento. Esta alternativa propone potenciar la energía solar que recibe un muro y así convertirlo en un sencillo sistema de calefacción” (Plataforma Arquitectura, s.f.)⁴⁵

Patógeno: “adj. Med. Que origina y desarrolla una enfermedad. Apl. a un microorganismo” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁴⁶

Polen: “m. Conjunto de granos diminutos contenidos en las anteras de las flores, cada uno de los cuales está constituido por dos células rodeadas en común por dos membranas resistentes” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁴⁷

Quitina: “f. Bioquím. Hidrato de carbono nitrogenado, de color blanco, insoluble en el agua y en los líquidos orgánicos. Se encuentran en el dermatoesqueleto de los artrópodos, al cual da su dureza especial, en la piel de los nematelmintos y en las membranas celulares de muchos hongos y bacterias” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁴⁸

Radiación electromagnética: “La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío” (Toxicología Ambiental y Salud Pública, s.f.)⁴⁹

Reflectancia: “Fracción de la radiación total incidente sobre un cuerpo que es reflejada por el mismo” (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.)⁵⁰

⁴⁴ WILLEY, Joanne. SHERWOOD, Linda. WOOLVERTON, Christopher. *Prescott, Harley, Klein'S Microbiology*. McGraw Hill. USA, 2008. Seventh Edition. P. 1150

⁴⁵ En detalle: Muro Trombe (5 de enero de 2011) En *Plataforma Arquitectura*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-68622/en-detalle-muro-trombe>

⁴⁶ Patógeno (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=SAYUd8h>

⁴⁷ Polen (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=TVoGk4R>

⁴⁸ Quitina (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=UxVANbC>

⁴⁹ La Radiación Electromagnética (s.f.) En *Toxicología Ambiental y Salud Pública*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de http://repositorio.innovacionumh.es/Proyectos/P_22CursoMateriales/Miguel_Angel_Sogorb/Wimba/Espectroscopia_02.htm

⁵⁰ Reflectancia (s.f.) En *Glosario de Términos en Agencia Andaluza de la Energía*. Recuperado el 12 de marzo de 2019 de http://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1236080236_pdf_glosario_energia.pdf

Rinitis: “f. Med. Inflamación de la mucosa de las fosas nasales” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁵¹

Sanidad: “f. Calidad de sano” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁵²

Sales cuaternarias de amonio: “Las sales cuaternaria de amonio son los productos químicos tensoactivos que consisten generalmente en un átomo de nitrógeno, rodeados por los grupos substitutivos que contienen de ocho a veinticinco átomos de carbón en cuatro perspectivas del átomo de nitrógeno.

Estos compuestos son generalmente los más eficaces contra bacterias en gamas alcalinas de pH. (...)” (Biocidas, s.f.)⁵³

Saprófito: “adj. Biol. Dicho de una planta o de un microorganismo: Que se alimenta de materias orgánicas en descomposición.” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁵⁴

Seta: “f. Cualquier especie de hongo, comestible o no, con forma de sombrilla, sostenida por un pedicelo” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁵⁵

Septo: “Pared interna que divide las hifas en células” (NABORS, Murray. 2006. P. 684)⁵⁶

Termografía: “f. Fís. Registro gráfico del calor emitido por la superficie de un cuerpo en forma de radiaciones infrarrojas, que tiene aplicaciones médicas, técnicas, etc.” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.)⁵⁷

Xerófilo, xerófilico: “Microorganisms that grow best under low aw conditions, and may not be able to grow at high aw values” [Microorganismos que crecen mejor en condiciones de baja aw, y es posible que no puedan crecer a valores altos de aw] (WILLEY, Joanne. SHERWOOD, Linda. WOOLVERTON, Christopher. Prescott, Harley, Klein´S Microbiology. 2008. P. 1164)⁵⁸

⁵¹ Rinitis (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=WUZMKSH>

⁵² Sanidad (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=XDmgisT>

⁵³ Sales cuaternarias de amonio (s.f.). En *Biocidas*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.lenntech.es/biocidas.htm>

⁵⁴ Saprófito (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=XHLOFyz>

⁵⁵ Seta (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=XjZeDvc|XjZp14A>

⁵⁶ NABORS, Murray. *Introducción a la botánica*. España: Prentice Hall. 2006. p. 684

⁵⁷ Termografía (s.f.) En *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://dle.rae.es/?id=ZZZRbR7>

⁵⁸ WILLEY, Joanne. SHERWOOD, Linda. WOOLVERTON, Christopher. *Prescott, Harley, Klein´S Microbiology*. McGraw Hill. USA, 2008. Seventh Edition. P. 1164

INTRODUCCIÓN⁵⁹

El camino hacia la sustentabilidad y el confort ambiental interior.

A lo largo del transcurso de la Historia, la cuestión de la Sustentabilidad, del control de las condiciones ambientales del hábitat humano y del confort tal y como lo entendemos hoy en día, tuvo distintos momentos de esplendor y decadencia (partiendo del “derecho al sol” y lo relacionado al control climático interior en la era Romana y época Vitruviana, perdiéndose durante una época más sombría de la evolución del Hombre que involucra a la Edad Media y retomándose su importancia recién hacia los inicios de la Modernidad). De hecho, lo que dentro de la Sustentabilidad específicamente concierne al tema de la Calidad del Aire Interior en ambientes, su importancia en todos sus niveles de actuación y sus alcances para el futuro de la Humanidad comenzó a tomar una nueva real trascendencia a partir de 1989 (época en que se publica oficialmente el Standard ASHRAE/ANSI 62 y comienzan a aparecer con mayor frecuencia las auditorías ambientales de edificios, sobre todo en ambientes laborales), como consecuencia de la Crisis Energética de 1970 y la premisa de la conservación de la energía y su primacía frente a cualquier otro aspecto en los edificios. Pasada ya la Revolución Industrial, durante la denominada “Era de la Máquina” (post Revolución Industrial)⁶⁰ en la que el progreso era demostrado a partir de la industrialización y la explotación excesiva de la naturaleza en base a la premisa de que se trataba de un recurso “inagotable e infinito”, en pleno auge de la construcción de los rascacielos (que tenían una fuerte carga simbólica detrás, asociados a la idea de progreso, bienestar, y avances técnicos, revalorizando y dándole una nueva connotación a zonas olvidadas y marginadas), representan grandes monumentos que poco importaba cómo se acondicionaban desde el punto de vista del confort ambiental interior, pues respondían a una necesidad de la época que estaba vinculada con el consumo y la explotación técnica. Es entonces que, a partir de la crisis del petróleo en 1973, hubo un punto de inflexión en este nuevo

⁵⁹ El *Capítulo 1 Introducción*, fue en parte extraído de la Tesis de Especialización de la misma autora de la presente investigación, adaptándolo al nuevo enfoque del problema planteado: SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envolventes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018. 237 p. [Disponible online]

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

⁶⁰ “La Revolución Industrial fue otro resultado importante del pensamiento analítico. Fue la era de las máquinas que reemplazaron a la gente y, en ella, el trabajo también se analizó para reducirlo a elementos indivisibles repetitivos. De allí surgió la Administración Científica de Frederick Taylor, el análisis de tiempos y movimientos y el nacimiento de la carrera de Ingeniería Industrial. Entonces, la gente acabó comportándose como una máquina en el trabajo, con todas sus consecuencias de enajenación, como lo expresó Chaplin en “Tiempos Modernos”, su obra magistral de 1936, tan vigente hoy como hace casi setenta años” (La Era de la Máquina (s.f.). En *Fundamentos de Sistemas*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <http://uprotgs.blogspot.com/2008/01/la-era-de-la-mquina.html>)

“modus vivendi”, dado básicamente a raíz de la suspensión de la exportación de crudo por parte de los países árabes miembros de la OPEP.

Por ese entonces comenzó a manifestarse una creciente preocupación por el incremento del consumo de los combustibles fósiles que no sólo tenían una reserva acotada sino que la situación se agravaba de manera muy preocupante debido a un crecimiento casi exponencial de la demanda de energía a nivel mundial y del precio del crudo que se había casi cuadruplicado. El incremento del consumo de los combustibles era reflejo de un aumento en el consumo de bienes y servicios en la población, reflejo además del “modelo de sociedad estadounidense”, en pleno período denominado “Euforia Consumista” (1945-73). Así, se procuraba la Conservación de la Energía, valorizando el uso de grandes espesores en materia de aislamiento térmico y disminuyendo las renovaciones de aire, haciendo que los edificios se “hermeticen” a tal punto que las condiciones ambientales interiores se vieran especialmente perjudicadas por un aire con alto contenido de humedad, partículas en suspensión, gases del tipo CO₂, CO y contaminantes biológicos como esporas y bacterias en general, todas fuentes contaminantes que en dependencia a su concentración y exposición, afectan en distintos niveles a la salud del usuario (ALIATA, Fernando. GÓMEZ PINTUS, Ana. OBREGÓN, Rosana. Apuntes de clase de *“Historia del Hábitat y su relación con el Ambiente”*. En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2016. La Plata).

Según REY MARTÍNEZ, Francisco y VELASCO GÓMEZ, Eloy (2007), entre el 70 y 80% de la población mundial vive en urbes de tamaño medio a grande, y de este porcentaje, el ciudadano promedio transcorre más de un 90% de su tiempo en edificios. Esta es una cifra alarmantemente alta, teniendo en cuenta los factores de peligro a los que se puede estar expuesto en interiores que no estén debidamente diseñados ni mantenidos. A continuación, se puede observar una infografía con las principales fuentes contaminantes en los ambientes interiores, fuentes que van desde partículas microscópicas hasta elementos visibles que, en teoría, serían más fáciles de eliminar con una buena limpieza/mantenimiento.

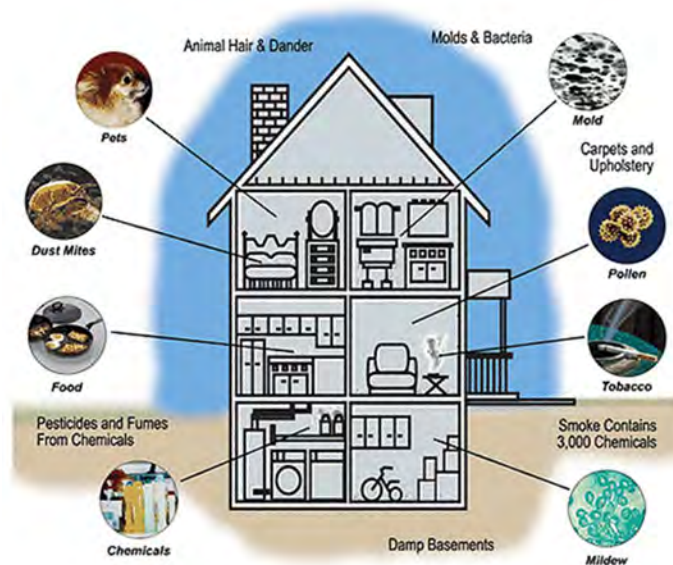


Figura 1: Fuentes contaminantes del interior de los edificios

Fuente:

<http://hvac.toprankinc.com/indoor-air-quality/air-purifier/importance-of-indoor-air-quality/>

[Consulta febrero 2019]

Esta problemática de exposición a concentraciones demasiado elevadas a diversas fuentes contaminantes interiores y su vinculación con patologías en la salud de los usuarios, viene siendo estudiada bajo el nombre “Síndrome del Edificio Enfermo”. La OMS lo define como:

“...conjunto de molestias (sequedad de piel y mucosas, escozor de ojos, cefalea, astenia, falta de concentración y de rendimiento laboral, entre otras) o enfermedades que aparecen durante la permanencia en el interior del edificio afectado y desaparecen después de su abandono.” (REY MARTÍNEZ, VELASCO GÓMEZ, 2007, p. 2)

Esta nómina de fuentes contaminantes interiores interacciona entre sí de forma que el problema es más grave: no solo está la presencia de un contaminante en particular, sino la interacción entre los diversos agentes (químicos, físicos, biológicos) que de alguna forma están comprometiendo la buena calidad del ambiente interior, conjugándose con lo que se mencionaba precedente, el hecho de un mal uso o hábitos inadecuados por parte del usuario. En este sentido, las renovaciones de aire y por ende, la ventilación natural, son factores clave para aminorar las consecuencias negativas de este problema. La finalidad es encontrar el punto de equilibrio entre una buena calidad del aire interior y una buena performance térmica de los edificios, sobre todo en invierno, en esta actualidad en que la sociedad está tan preocupada por el uso racional de la energía. De ello se trata el desafío entonces, de procurar una calidad energética y medioambiental adecuada en los recintos interiores, ponderando y valorando con el mismo nivel de importancia acciones en pro de procurar confort térmico, una buena ventilación higiénica para mejorar la salud, ser eficientes desde el punto de vista de la inversión y operación/mantenimiento, así como evitar la mayor cantidad de impactos ambientales. En estos temas es donde interviene la participación de los especialistas, desde el diseño de la envolvente de los edificios (selección de materiales, cuantificación de espesores, interacción entre materiales, liberación de sustancias peligrosas), la selección de los sistemas de climatización, el mobiliario, e incluso la racionalización y el manejo de los desperdicios.

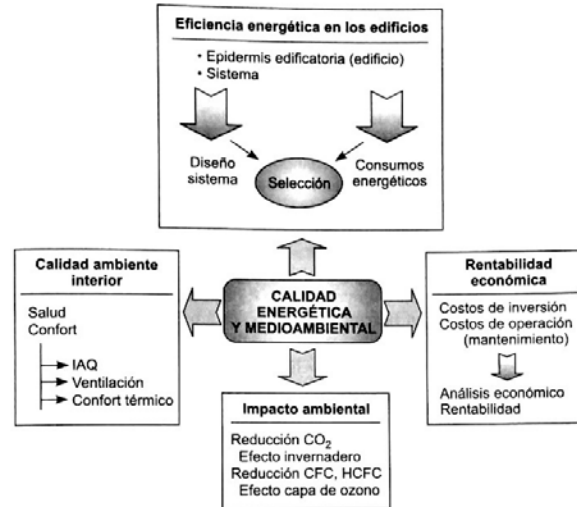


Figura 2: Esquema de calidad energética y medioambiental de los edificios

Fuente: REY MARTÍNEZ, Francisco; VELASCO GÓMEZ, Eloy. *Calidad de ambientes interiores*. España: Editorial Thomson. 2007. 311 p. ISBN: 978-84-9732-540-0. p. 13

En este sentido, es clave tomar conciencia de las medidas a adoptar e interrelacionarlas, de modo de no afectar negativamente un aspecto en pos de mejorar otro. Por ejemplo, la primer medida de eficiencia energética que se tiende a realizar (por su bajo impacto económico y su rápida intervención), es reducir las infiltraciones de aire colocando burletes, sellamientos, e incluso cambiando aberturas por otras más estancas. Esto tiene un alto impacto en lo que a calidad del aire interior implica, pues reduce las renovaciones de aire involuntarias que se estaban dando, generando ambientes mucho más herméticos. Otras medidas de eficiencia energética de bajo costo y que tiene un impacto positivo en materia de calidad del aire interior, es, por un lado, apelar a la ventilación cruzada nocturna (en tipos de clima como el de Montevideo es un recurso bioclimático ideal) como para deshumidificar y eliminar el calor acumulado durante el día en momentos en que la radiación solar no tiene incidencia. Además, es el momento en que los cerramientos mäsicos gracias a su inercia comienzan a liberar el calor acumulado, de modo que se está aprovechando a refrescar el ambiente y la masa del edificio. Por otro lado, realizar periódicamente el mantenimiento preventivo de las instalaciones termo-mecánicas de climatización, también es fundamental para garantizar un buen funcionamiento desde el punto de vista de la eficiencia energética y a su vez, evitar la proliferación de virus y bacterias (como la *Legionella*), que pueden ser potencialmente mortales (REY MARTÍNEZ, Francisco; VELASCO GÓMEZ, Eloy. 2007).

La forma más técnica y precisa de evaluar la presencia de fuentes contaminantes y de recomendar medidas de mejora, es mediante las auditorías ambientales realizadas con equipamiento de alta tecnología y con recursos humanos especializados en el tema: según REY MARTÍNEZ, Francisco y VELASCO GÓMEZ, Eloy (2007), hacia 1980, la cantidad de auditorías ambientales en edificios de los EEUU llegaba apenas a un 8% (tratándose mayormente de investigaciones académicas). Diez años más tarde, ese número se cuadruplicó, alcanzando más de un 50%, y ampliándose no solo al ámbito académico sino a estudios ambientales en general (datos del CDC Center For Disease

Control and Prevention). Esto demuestra la real trascendencia que está tomando el tema de la Calidad del Aire Interior a nivel internacional, en consonancia con los avances en investigación que se están sucediendo sobre todo en los EEUU, Canadá y España.

La problemática ambiental y el paradigma de la sustentabilidad: ¿qué está pasando con la construcción de edificios?

Es común escuchar hablar de “sustentabilidad” (definido por primera vez en el Informe Brundtland remitido a ONU en 1987, en el marco del acuerdo Our Common Future – Nuestro Futuro Común-⁶¹), “sostenibilidad”, “green”, “ambientalmente amigable”, etc., y muchas veces son términos que se toman con total liviandad, pues el hecho de ser o no ser sustentable no es un estado emocional ni temporal en la vida, sino, como profesionales en el ramo de la construcción, se debería de tomar inmediata conciencia y ponderarlo como una nueva filosofía de vida. Así lo destaca Brian Edwards:

“los edificios, fundamentales para la vida y el consumo, podrían reducir los efectos ecológicos adversos a través de un mejor proyecto que considere cuestiones sostenibles”. De hecho, “la arquitectura por sí sola no puede resolver los problemas medioambientales del planeta, pero puede contribuir significativamente a la creación de hábitats humanos más sostenibles”. (EDWARDS, 2004, p. 7)

El arquitecto que tome a la Sustentabilidad como un “modus vivendi”, como una herramienta coherente para desarrollar sus edificios – desde la idea arquitectónica hasta la construcción, posterior operativa y la gestión de la demolición del mismo – sin duda alguna contribuirá a la postura que necesariamente se debe de asumir en estos temas. En este sentido, solo bastará con aplicar un criterio técnico riguroso al análisis primario que todo profesional debería realizar, como por ejemplo en lo que implica al estudio de las condiciones climáticas del lugar donde se emplazará la obra, en la elección de los materiales que compondrá a la envolvente material (esto significa que tengan la menor cantidad de emisiones perjudiciales al ambiente interior durante el uso del edificio , y además prevengan el desarrollo de contaminantes biológicos), en la propia configuración arquitectónica del edificio en relación al sol y los vientos dominantes, en la generación de los residuos y su ciclo de vida, entre otros tantos factores.

Al referir a los términos “sostenible” y “sustentable”, es común a nivel global el empleo de uno u otro de forma indistinta. Sin embargo, a pesar de que ambos no sean sinónimos, adjetivando a la arquitectura comparten la connotación de un profundo respeto por el medio ambiente y la conservación de los recursos, promoviendo en definitiva el uso más adecuado de los materiales y la energía. Trasladando estos términos al ámbito arquitectónico, se encuentra una definición muy acertada difundida por el Arq. Norman Foster como *“la creación de edificios que sean eficientes en cuanto al consumo de energía, saludables, cómodos, flexibles en el uso y pensados para tener una larga vida útil”* (EDWARDS, 2004, p. 21).

⁶¹ ONU. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987. 300p. [Disponible online] <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> [consulta enero 2019]

Ahora bien, si nos focalizamos en el tema particular dentro de la Sustentabilidad que abarca al IAQ, y si se realiza un poco de retrospectiva, es evidente que mucho se escucha hablar en materia de “Calidad de Aire Interior” o enfermedades relacionadas con el “Síndrome del Edificio Enfermo”, sobre todo a partir de la década del 80 producto de la crisis energética de 1970. Es en este momento en que, como se mencionó, comienza la preocupación por evitar las pérdidas energéticas producto de la climatización, buscando como recurso el aumento del aislamiento térmico de la envolvente edilicia y reduciendo a su mínimo exponente las renovaciones de aire, hecho que trajo severas complicaciones en lo que a calidad y control de las condiciones ambientales interiores refiere.

No obstante, éste no es un concepto moderno ni inventado recientemente, sino muy por el contrario, nos retrotrae a épocas Clásicas: desde el “derecho al sol” de toda vivienda en Grecia –recuérdese que el sol es el más potente bactericida y fungicida natural por excelencia-, pasando por las recomendaciones del propio tratadista y arquitecto romano Vitruvio, sobre cómo orientar las viviendas, y la forma de organizar las ciudades en retículas que de alguna forma propiciaran un buen flujo de las corrientes de aire, favorecían no solo un excelente asoleamiento de las construcciones, sino además una tasa de renovación del aire interior óptima, al no contar con la envolvente transparente hermética como la concebimos hoy en día (ALIATA, Fernando. GÓMEZ PINTUS, Ana. OBREGÓN, Rosana. Apuntes de clase de *“Historia del Hábitat y su relación con el Ambiente”*. En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2016. La Plata).

Así, en esas raíces de la “buena arquitectura”, Vitruvio en sus “Diez Libros de Arquitectura”, planteaba la necesidad de ubicar y orientar correctamente los edificios de acuerdo a las condicionantes climáticas del lugar de emplazamiento:

“Los edificios privados estarán correctamente ubicados si se tiene en cuenta, en primer lugar, la latitud y la orientación donde van a levantarse. Muy distinta es la forma de construir en Egipto, en España, en el Ponto, en Roma e igualmente en regiones o tierras que ofrecen características diferentes, ya que hay zonas donde la tierra se ve muy afectada por el curso del sol; otras están muy alejadas y otras, en fin, guardan una posición intermedia y moderada. Como la disposición de la bóveda celeste respecto a la tierra se posiciona según la inclinación del zodíaco y el curso del sol, adquiriendo características muy distintas, exactamente de la misma manera se debe orientar la disposición de los edificios atendiendo a las peculiaridades de cada región y a las diferencias del clima” (VITRUVIO, 1997, p. 144)

De igual forma, también aconsejaba acerca de la localización de los locales en función de su destino y de los vientos predominantes (evitando para estancias donde irían libros o material a preservar, la incidencia de vientos fríos y húmedos que favorecería el enmohecimientos de dichos elementos); o incluso el aprovechamiento del aire exterior cálido para curar ciertas enfermedades –recordando, como se mencionó precedentemente, que en dicha época al no existir envolvente transparente material propiamente dicha como se concibe hoy en día, el aire exterior tiene la misma connotación que el interior-:

“Pasaremos ahora a tratar sobre las particularidades de las distintas estancias, fijándonos en su finalidad y en su adecuada orientación. ...(...)... Los dormitorios y las bibliotecas deberán orientarse hacia el este, ya que el uso de estas estancias exige la luz del amanecer y, además, se evitará que los libros se pudran en las estanterías. Si quedan orientadas hacia el sur o hacia el oeste, los libros acaban por estropearse como consecuencia de las polillas y de la humedad, ya que los vientos húmedos, que soplan desde dichos puntos cardinales, generan y alimentan las polillas y al penetrar su aire húmedo enmohece y echa a perder todos los volúmenes.” (VITRUVIO, 1997, p. 153-154)

“El viento surge cuando el calor choca contra la humedad y el golpe de su acción hace salir la fuerza y violencia del aire. ...(...)... Sí es posible alejarse de los vientos perjudiciales, se logrará un lugar salubre para los hombres sanos y robustos, y también, para quienes padezcan alguna enfermedad, que en otros lugares salubres lograrán su curación con medicamentos o antídotos, pero en estos lugares sanarán más rápidamente por el poder calorífico de los vientos, ya que hemos excluido los vientos incómodos. Las enfermedades que se curan con dificultad en las regiones anteriormente descritas son: faringitis, tos, pleuritis, tisis vómitos de sangre y otras, que solamente se curan ingiriendo remedios, Pero no mediante purgas. Son enfermedades difíciles de curar, pues se originan por el frío y además porque, debilitadas las fuerzas de la persona afectada por la enfermedad, el aire se encuentra convulsionado y atenúa o debilita sus cuerpos, debido a las fuertes sacudidas de los vientos, que extraen la fuerza vital de tales cuerpos enfermos y acaban consumiéndolos. Por el contrario, al soplar el aire suave y denso que no posee abundantes flujos y reflujos, debido a su estática inmovilidad, reconforta y rehabilita los miembros enfermos.” (VITRUVIO, 1997, p. 44-45)

Debe destacarse que, aunque el resultado sea similar, los enfoques son distintos según la época que se trate. Con esto hay que referirse al hecho de que desde siempre el hombre buscó su bienestar y confort, y por lo tanto la preocupación por el acondicionamiento ambiental interior quedaba demostrado (caso, las indicaciones de Vitruvio); pero es solo desde mitades del siglo pasado que a esta preocupación se le suma la del cuidado del medioambiente en general y de la racionalización en el aprovechamiento de los recursos naturales. Desde este punto de vista, todos los desarrollos de los Griegos y Romanos en materia de confort y climatización pareciera que quedaron olvidados conforme la Humanidad fue evolucionando (como se mencionó precedentemente sobre todo en la época de la Edad Media), hasta llegar a la Revolución Industrial y con ella subsiguientemente a la “Era de la Máquina”.

Relevando la historia en materia de IAQ aparecen como grandes exponentes: en primer lugar los romanos, que con sus grandes desarrollos de ingeniería, son los primeros en presentar un sistema de calefacción “por piso”, el hipocausto (ALIATA, Fernando. GÓMEZ PINTUS, Ana. OBREGÓN, Rosana. Apuntes de clase de *“Historia del Hábitat y su relación con el Ambiente”*. En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2016. La Plata). Este sistema se basaba en un horno bajo piso, cuyo energético principal era leña o carbón, del cual el calor se trasladaba por el subsuelo o a través de los muros. Éstos al igual que los pilares que sostenían al hipocausto, eran contruidos de piezas cerámicas huecas para favorecer la circulación convectiva del aire hacia el interior del recinto. Este fue el primer gran ejemplo en base

a desarrollo tecnológico en la historia, de la intención del control de las condiciones climáticas interiores. Este control de la temperatura y por tanto del confort térmico del usuario, convivía en perfecta armonía con las necesidades de asoleamiento y de ventilación tan importantes en la época, por cuestiones higiénicas y de evitar enfermedades.

Al mismo tiempo, con respecto al campo de las “enfermedades laborales”, los egipcios fueron los precursores en este sentido: observaron que los encargados de realizar los tallados en piedra que trabajaban en recintos cerrados, sufrían de mayores afecciones respiratorias que los que trabajaban a cielo abierto. De este modo le atribuían el exceso de polvo concentrado en interiores a esta afectación en la salud (REY MARTINEZ, Francisco Javier; CEÑA CALLEJO. 2006).

Ya hacia la Edad Media, el concepto de “confort” tal como se lo conoce hoy en día era muy distinto pues, implicaba estar “rodeando” al hogar (fuego) por la noche para no pasar frío, mientras que durante el día la ciudad se desarrollaba en la calle. Las casas albergaban a muchas personas (familia, aprendices, e incluso hasta a los animales domésticos), todos dormían en la misma habitación, existía un gran hacinamiento y por ello la creencia de que el aire transmitía pestes y enfermedades. No estaban muy lejos de la realidad, el humo producto de la combustión de las chimeneas abiertas, el hacinamiento de la gente, las costumbres de higiene y limpieza personal de la época, el convivir con animales, todos ellos eran factores de contaminación a los que se estaba expuestos permanentemente. A raíz de este problema, Carlos I de Inglaterra (1600-1649) decretó una serie de modificaciones en las viviendas para favorecer la ventilación natural. No obstante, y dado que también se generaron impuestos a estas medidas, hacia 1700 los ciudadanos desestimaron estas medidas en pos de una buena ventilación, generando nuevamente problemas de higiene y salubridad del aire interior (REY MARTINEZ, Francisco Javier; CEÑA CALLEJO. 2006).

En pleno siglo XVIII, incluso previo a la Revolución Industrial, comienzan las primeras preocupaciones por la gran polución del aire exterior a causa del excesivo uso del carbón vegetal no solo para calefaccionar y cocinar (uso doméstico), sino para la vasta producción de hierro a nivel industrial. Es usual ver imágenes representativas de la época donde se ve reflejado un panorama realmente desolador: la idea de progreso a través de las grandes fábricas en contraposición con un paisaje diezmado por la deforestación enmarcado por grandes chimeneas emanando humo tóxico.

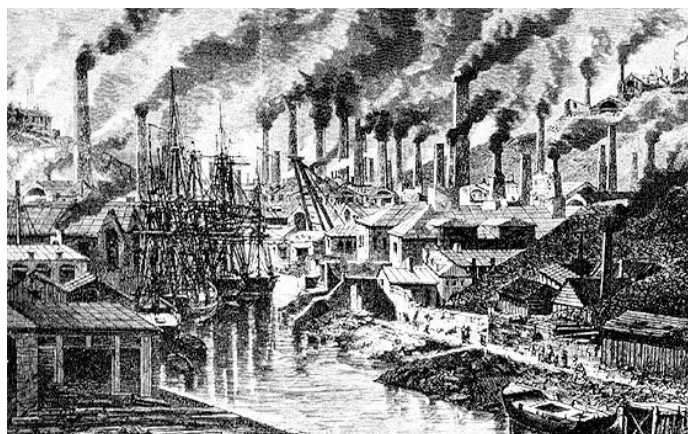


Figura 3: Ilustración de la Revolución Industrial

Fuente:

<http://norbertodebuenosaires.blogspot.com/2016/05/la-revolucion-industrial.html>

[Consulta febrero 2019]

Es en esta misma época que se continúa agravando la problemática de hacinamiento de las grandes familias en pequeños recintos “habitables”: se generan grandes problemas de salud por falta de higiene y grandes concentraciones de CO₂, hay falta de ventilación, pudiéndose observar en fotografías de la época, los problemas de patologías edilicias (sobre todo a nivel de cielorrasos y paredes) y limpieza a nivel de los edificios.



Figura 4: Vivienda de New York, 1890, donde se puede apreciar el cielorraso enmohecido

Fuente: <https://ar.pinterest.com/pin/831477149930603376/visual-search/?x=16&y=13&w=530&h=419> [Consulta febrero 2019]



Figura 5: Vivienda de España, 1900, donde se aprecian las paredes enmohecidas y con gran cantidad de suciedad

Fuente: <https://urbancidades.wordpress.com/2010/01/24/la-vivienda-protegida-historia-de-una-necesidad-exposicion-en-madrid/> [Consulta febrero 2019]

A mediados de este siglo, también aparece la “Teoría Miasmática”⁶², con su máximo exponente: el Río Támesis. Se creía que el miasma era un conjunto de pestes que surgían del suelo y las aguas sumamente contaminadas, transmitiendo enfermedades a los ciudadanos. Prueba de ello son las ilustraciones de la época en referencia al Támesis y cómo luego se invirtieron grandes cantidades de recursos económicos al desarrollo de un sistema de alcantarillado de forma de separar las aguas negras y eliminar los olores y las pestes. Por ellos, Inglaterra es el primero que comenzó a desarrollar posturas higienistas para lograr descontaminar el aire y el agua producto de esta ciudad industrializada (ALIATA, Fernando. GÓMEZ PINTUS, Ana. OBREGÓN, Rosana. Apuntes de clase de “Historia del Hábitat y su relación con el Ambiente”. En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2016. La Plata).



Figura 6: Ilustración sobre la contaminación de las aguas del río Támesis

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/101436300@N08/12103834795> [Consulta febrero 2019]

A partir de estos estudios en Higienismo (mediados del siglo XIX)⁶³, es que se da el punto de inflexión en materia de aire interior: en 1836 se publica la primera estimación

⁶² “(...) fue una teoría formulada por Thomas Sydenham (1624–1689) y Giovanni María Lancisi (1654–1720). Según esta teoría los miasmas, que eran el conjunto de emanaciones fétidas de suelos y aguas impuras, eran la causa de enfermedad” (Teoría miasmática de la enfermedad (s.f.). En *El Enciclopedista*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <http://www.elenciclopedista.com.ar/teoria-miasmatica-de-la-enfermedad/>)

⁶³ “El término higienismo proviene de Higea, Higía o Higieia, título asignado a la diosa griega Atenea por sus múltiples curaciones. Si Esculapio es conocido como el dios de la medicina, Higea, su hija, es la diosa de la Salud. El concepto del higienismo se estableció a probablemente principios del siglo XIX, como postura para reivindicar la salubridad dentro de las ciudades. Promulgado básicamente por médicos y científicos, su objetivo fundamental era acabar con enfermedades epidémicas causadas por la insalubridad y la malnutrición en centros urbanos, como la fiebre amarilla o el cólera”. (Historia del

sobre renovaciones de aire higiénicas por persona, necesarias para satisfacer los requerimientos del metabolismo. Con el transcurso del tiempo, estas tasas fueron evolucionando de acuerdo a investigaciones de cada época, hasta llegar a mediados del siglo XX, donde aparecen figuras como P.O. Fanger⁶⁴ (y sus estudios del confort térmico y de calidad del aire interior en los usuarios a partir de indicadores sensoriales)

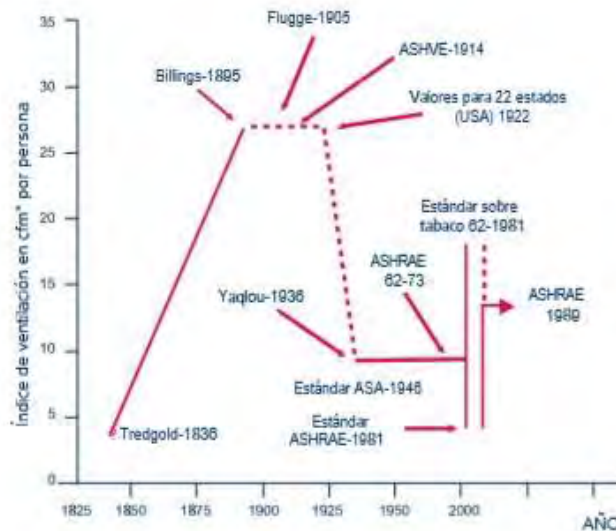


Figura 7: Gráfico de la evolución histórica de las tasas de ventilación

Fuente: JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. *Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores*. Volumen 1. P. 34 [Disponible online] <https://edificioseguro.files.wordpress.com/2015/03/edificios-saludables-para-trabajadores-sanos-vol-1.pdf> [consulta: enero 2018]

Ya hacia las décadas del '50 y '60, surge y toma impulso el Movimiento Moderno en Arquitectura, donde priman otros aspectos como la forma (dándole carácter monumental al edificio), o la función (sobre la correcta resolución de las instalaciones técnicas que devengarán en el confort del usuario, insistiendo en que es otra idea de "confort" que se maneja, distinta a la connotación actual). La premisa es realizar edificios de "piel y hueso" (estructura de hormigón armado y cerramientos plenos de vidrio, que conectan el interior del mismo con la naturaleza circundante). Esto puede comprobarse, por ejemplo, en la mítica Casa Farnsworth (Illinois, 1951), del Arq. Mies Van Der Rohe, donde las experiencias que su propietaria⁶⁵ relató fueron que el entorno era ideal pero la vivienda no cumplía su función como tal, resultando "inhabitable" CZAJKOWSKI, J. *Apuntes de clase de "Introducción a la Arquitectura y el Hábitat Sustentable"*. En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2015. La Plata);

Higienismo (s.f.). En *Ayuno.es*. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.ayuno.es/historia-higienismo/>

⁶⁴ FANGER, P.O. *Thermal Comfort*. USA: McGraw-Hill. 1973. 256p.

⁶⁵ La propietaria de la Casa fue la Dra. Edith Farnsworth (Clásicos de Arquitectura: Casa Farnsworth/Mies Van der Rohe (s.f.). En *Plataforma Arquitectura*. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-169324/clasicos-de-arquitectura-casa-farnsworth-mies-van-der-rohe>)

o en el Seagram Building (Manhattan, 1958), obra del mismo arquitecto, que contempla una piel totalmente vidriada y sin ningún tipo de acondicionamiento, donde primaba la idea de planta libre y sobre todo, de que el edificio fuera una obra monumental que revitalizara la zona y le diera una suerte de “identidad” al lugar (ALIATA, Fernando. GÓMEZ PINTUS, Ana. OBREGÓN, Rosana. Apuntes de clase de Historia del Hábitat y su relación con el Ambiente. En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2016. La Plata). En ninguno de los dos casos entraba en consideración el suministro indiscriminado de energía que demandaran para mantenerlos climatizados y por lo tanto en condiciones de confort, pues coincidía con un momento en el que la producción de derivados del petróleo estaba en plena expansión. Además, se trataba de ambientes totalmente cerrados, en los que las renovaciones de aire natural no existían y los edificios eran climatizados exclusivamente mediante sistemas termo-mecánicos. Claramente los temas de calidad del aire interior en los edificios no eran la prioridad de la época.



Figura 8: Casa Farnsworth, Ludwig Mies Van Der Rohe

Fuente:

<http://portfolios.uniandes.edu.co/gallery/25927335/Dibujo-Analogo-Casa-Farnsworth-201501>
[Consulta marzo 2017]



Figura 9: Seagram Building, Ludwig Mies Van Der Rohe

Fuente:

<https://glreview.org/new-york-citys-gayest-building/> [Consulta febrero 2019]

Esta época de experimentaciones por parte de los máximos exponentes de la Arquitectura Moderna, representa un escenario de buenas voluntades pero pocos conocimientos técnicos en materia de acondicionamiento ambiental y control climático interior. Es decir, se aprecia una intención acertada, pero con muy poco rigor técnico, en lo que hoy en día se considerarían ensayos de prueba y error que a veces funcionaban y otras no. Este momento de la historia denominado como “Euforia Consumista” (1945-73), se va a caracterizar principalmente por la generalización del estilo norteamericano de vida: en pleno período de la Guerra Fría (1947 – 1989)⁶⁶, la sociedad norteamericana de clase media crece exponencialmente en riquezas y poder adquisitivo, acarreado consigo un nuevo concepto de domesticidad, colmado de consumo y de la idea de que había que realizar una explotación intensiva de los recursos naturales (que se consideran renovables e ilimitados), siendo ésta la única forma de “alcanzar el confort” para este nuevo modelo de sociedad (ALIATA, Fernando. GÓMEZ PINTUS, Ana. OBREGÓN, Rosana. Apuntes de clase de *“Historia del Hábitat y su relación con el Ambiente”*. En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2016. La Plata). Este punto es interesante traerlo a tema dado que este nuevo modelo de vida implicaba, entre otras cosas, el consumismo de aparatos extremadamente tecnológicos (para lo que era la época) a efectos de conseguir los niveles de confort deseados en el interior de los edificios, sin importar la cantidad de energía que consumían. Una muestra clara de lo que la sociedad estaba viviendo son los collages que hacia 1956 Richard Hamilton realizó sobre la Cultura Pop: en la imagen a continuación, destaca la figura central de dos personas desnudas pero en comodidad plena, haciendo elogio del confort que pueden alcanzar al tener equipos de climatización (costosos y de tecnología de punta, que además se dejaban a la vista de expofeso, como muestra del poder adquisitivo).

⁶⁶ “El término describe las tensas relaciones entre Estados Unidos y la Unión Soviética entre 1945 y 1989. Ninguno de los bandos peleó contra el otro de forma directa debido a que los temores de una guerra nuclear, pero la confrontación mantuvo bajo tensión a millones de personas en esa época: sólo contemplarla resultaba muy aterrador.” (¿Qué fue de la Guerra Fría y por qué algunos dicen que puede resurgir con el enfrentamiento entre Occidente y Rusia tras el caso Sergei Skripal? (27 de marzo de 2018). En BBC News. Recuperado el 10 de marzo de 2019 de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-43555075>)



Figura 10: Collage de John McHale y Richard Hamilton titulado “Just what is it that makes today's homes so different, so appealing?” (1956)

Fuente: <https://wishyallwerehere.com/2016/01/23/once-you-pop-you-cant-stop-part-1/richard-hamilton-just-what-is-it-that-makes-today%C2%92s-homes-so-different-so-appealing-1956/>
[consulta diciembre 2017]

Recién a partir de la década del 80 es que toma real trascendencia la problemática del “Síndrome del Edificio Enfermo”, comenzando las investigaciones científicas sobre afectaciones en la salud como alergias generadas por contaminantes biológicos en el aire interior (REY MARTINEZ, Francisco Javier; CEÑA CALLEJO. 2006).

La intención del resumen sobre la evolución en la historia y sobre todo, en nombrar los casos particulares del Movimiento Moderno (por ser los antecedentes de nuestra arquitectura actual), no es criticarlos duramente ni demostrar que al International Style poco le importaba el acondicionamiento térmico ni el control de las condiciones ambientales interiores en pos de la mera imagen formal del edificio, sino entender que respondían a las necesidades de una época, en la que además el petróleo abundaba y por tanto ni se vislumbraba la crisis energética futura, por lo que los edificios se transformaban en exponentes de estética y monumentalidad a los que, para mantener las condiciones de confort, solo bastaba con suministrar toda la energía que requirieran, si en definitiva, ésta sobraba. En este punto cabe la reflexión de que si con el transcurso de los años y a raíz de los problemas ambientales y energéticos que fueron apareciendo, los criterios de confort evolucionaron en parte por el avance tecnológico, y avanzando los estudios en el campo de la salud, es necesario y fundamental adaptarse y “aggiornarse”, y para ello es primordial un cambio de mentalidad a nivel macro, y más aún a nivel particular por ejemplo de los planes de estudio desde los niveles universitarios hasta los de especialización post graduación.

Parecería entonces, que la Sustentabilidad es la tendencia que va a seguir la arquitectura durante el siglo XXI. Es el nuevo paradigma: en principio, la era de la conservación de la energía, y en años más recientes, de la racionalización en el uso de la misma, interrelacionándolo con las condiciones ambientales y la calidad del aire interior en los edificios. Ello implica la consideración de las condiciones climáticas y topográficas locales, la eficiencia en relación al uso de los materiales y aprovechamiento de los recursos naturales, el estudio de la energía incorporada y las emisiones asociadas a la construcción, la reducción del uso de la energía para climatización e

iluminación apoyándose en fuentes de energía renovable, la minimización del balance energético global del edificio, el cumplimiento de las necesidades del confort higrotérmico y ambiental del interior del edificio, entre otros factores.

En definitiva, un edificio tiene que servir al usuario de protección de las inclemencias climáticas exteriores, logrando con su envolvente material independizarlo de lo que esté ocurriendo en el entorno. La habitabilidad y el confort deberían de alguna forma articularse con la forma y la función, ya que como diseñadores es inconcebible soslayar la cuestión de la estética, al punto tal de ser extremistas al crear “monumentos inhabitables” o “máquinas termodinámicas” que queden en la memoria de la retina como adefesios bien resueltos desde el punto de vista técnico, pero no formal. Como todo en la vida, resulta favorable buscar un punto de equilibrio, priorizando algunos aspectos fundamentales de acondicionamiento por ejemplo, y soslayando otros de incidencia directa en la toma de decisión como los económicos (o al menos que no se ponderen como la primera cuestión). **Es menester, por lo tanto, hacer hincapié en la sinergia entre calidad energética y calidad medioambiental de los edificios.** (REY MARTÍNEZ, Francisco y VELASCO GÓMEZ, Eloy. 2007).

1.1 Planteo del Problema

La mayor parte del parque edilicio local construido, sobre todo luego de la primera mitad del siglo pasado y al que le llegan grandes influencias del “Movimiento Moderno” en la Arquitectura, contempla construcciones del tipo de obra tradicional, en general con estructura independiente de pilares y vigas y cerramientos de mampostería cerámica. Solo basta con observar la producción edilicia de aquella época (y que continúa construyéndose hasta el día de hoy), en las distintas zonas de Montevideo así como también del interior del país, para encontrar una prevalencia de losas bien marcadas y vistas exteriormente, cerramientos exteriores típicamente de ladrillo macizo o hueco con terminación vista o revocados, y con paños vidriados hacia las vistas principales del inmueble. En suma, una estructura principal notoriamente marcada y una “piel” en materiales absolutamente distintos en sus propiedades físicas y térmicas. En las imágenes siguientes se puede observar ese paneo general por distintos barrios de la capital, en donde este aspecto queda comprobado a simple vista.



Figura 11: Edificios de Montevideo

Fuente: <https://www.absolutviajes.com/attractivo-viaje-cultural-por-montevideo/>

[Consulta: mayo 2017]



Figura 12: Edificios de Montevideo – Rambla de Pocitos

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo
[octubre 2018]



Figura 13: Edificios de Montevideo – vista desde el Parque Villa Biarritz

Fuente: <http://uruguaydesdeloalto.com/villa-biarritz-montevideo/>
[Consulta: mayo 2017]

De hecho, aunque la estructura a simple vista no se vea independiente, fácilmente con herramientas como imágenes infrarrojas queda evidenciado que se trata de meros revestimientos exteriores que en definitiva “esconden” a esta estructura haciendo parecer cerramientos de descarga continua, pero en realidad son “esqueletos” independientes que tienen distintas resistencias térmicas con respecto al resto del cerramiento, siendo traducido ello en una termografía a partir de distinta colorimetría. Las dos figuras a continuación de dos edificios típicos de un tradicional barrio capitalino comprueban el hecho mencionado.

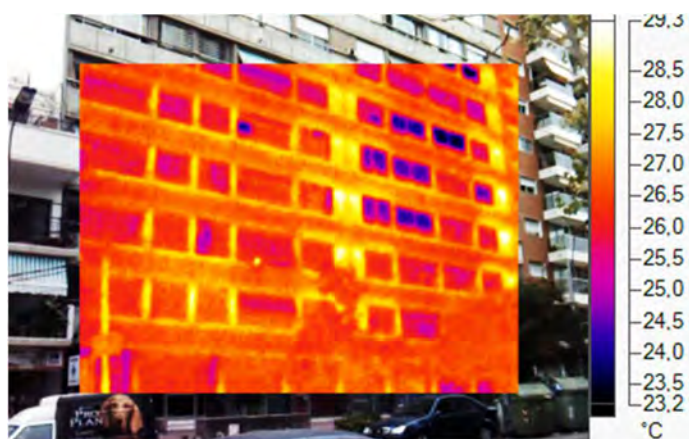


Figura 14: Termograma sobre imagen real de un típico edificio de vivienda ubicado en un tradicional barrio Montevideano.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [junio 2017]

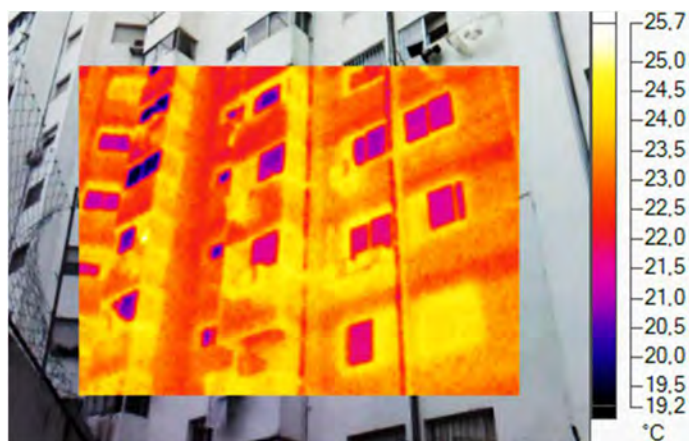


Figura 15: Termograma sobre imagen real de un típico edificio de vivienda ubicado en un tradicional barrio Montevideano.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [junio 2017]

Esta percepción acerca de las tipologías de las soluciones constructivas opacas edilicias típicas de Montevideo se puede comprobar en las estadísticas del INE (Instituto Nacional de Estadística), en su encuesta continua de hogares; resultados resumidos y analizados en el Informe de la DNE sobre las “Características del Sector Residencial, datos 2013” (MIEM. [Disponible online] http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe_Encuesta_Residencial_2013_3.03.2016.pdf [consulta: mayo de 2017]), en donde se presentan los resultados de la encuesta de materiales predominantes en paredes y cubiertas. Así, en cerramientos verticales, la prevalencia en más de un 90% se encuentra en materiales del tipo ladrillo, ladrillo hueco (“ticholo” coloquialmente nombrado en Uruguay) o bloque, con terminaciones. De igual forma ocurre en los cerramientos horizontales, pues se observa una presencia del casi 50% de losas de hormigón armado con protección, pero sin acondicionamiento térmico. Los gráficos a continuación así lo resumen:

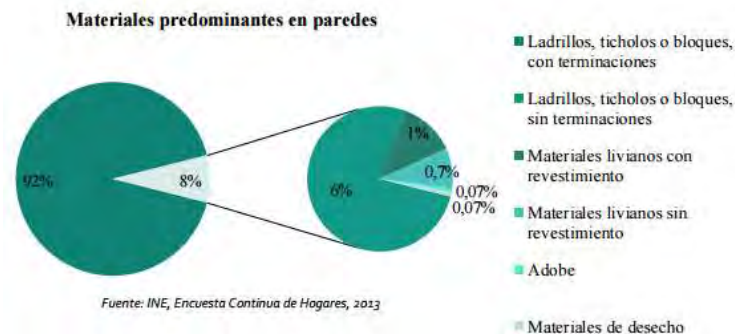


Gráfico 1: Materiales predominantes en paredes.

Fuente: informe residencial DNE datos 2013 p. 6

[http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe Encuesta Residencial 2013 3.03.2016.pdf](http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe_Encuesta_Residencial_2013_3.03.2016.pdf)



Gráfico 2: Materiales predominantes en techos.

Fuente: informe residencial DNE datos 2013 p. 7

[http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe Encuesta Residencial 2013 3.03.2016.pdf](http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe_Encuesta_Residencial_2013_3.03.2016.pdf)

Estas soluciones constructivas insuficientemente o deficientemente acondicionadas generan, a corto y mediano plazo, importantes problemas de confort térmico. Esto en conjunción con un mal hábito de uso por parte del usuario (generado tanto por desconocimiento apropiado como por desidia o negligencia), propicia la aparición de patologías edilicias asociadas a un inadecuado diseño y uso de la envolvente edilicia, que provocan, de manera inevitable, un desmedro en el estado de conservación del inmueble, y lo que es peor aún, un aporte negativo a la calidad del aire interior con el consecuente deterioro de la salud del usuario. Los encargados del diseño de los edificios muchas veces sacrifican o simplemente soslayan aspectos vinculados al confort del usuario en aras de una concepción formal o espacial determinada. Por lo tanto, finalmente terminan reduciéndose a meras expresiones formales convirtiéndose en cuasi monumentos, y terminan haciendo “inhabitable” la estancia en su interior. La solución parte, entonces, de retomar el concepto de priorizar las condiciones de bienestar que la vivienda pueda ofrecer a sus ocupantes y que ésta sea realmente

habitable: apelar a un diseño integral que pondere y aplique al máximo de sus posibilidades, tanto las pautas necesarias del acondicionamiento como los valores primordiales de la estética, la salubridad y la arquitectura.

Si se traslada este escenario de aparición de patologías al campo práctico, otros factores que tienen gran incidencia en la problemática mencionada son: por un lado, los métodos hidro repelentes, muchas veces mal resueltos o los materiales seleccionados a tal fin insuficientes o inadecuados. Por otro, la posibilidad del ingreso de la luz solar (por sus propiedades como bactericida y por favorecer los procesos de secado de los materiales con contenido de humedad), así como los hábitos de ventilación, deshumidificación y renovación del aire interior por parte del usuario). En el mismo documento del INE citado, se puede encontrar estadísticas acerca de las patologías en los hogares de Montevideo a causa de vicios constructivos (a causa de un mal procedimiento, no de la calidad de los materiales), ó mal uso del inmueble por parte del usuario. Así, se puede observar en los gráficos a continuación sobre problemas de construcción y mantenimiento en hogares de Montevideo, que las principales afectaciones que aquejan a las construcciones destinadas a vivienda son las referidas a humedades en primer lugar, y a caídas de revocos en segundo lugar de prevalencia (también asociadas a un elevado contenido de agua que provoca eflorescencias, disgregación por heladicidad y desprendimientos de las capas de terminación). Por otro lado, los problemas de escasa ventilación, poco ingreso de luz solar, así como la prevalencia de condiciones donde la actividad del agua ($aW = P_o / P$) toma real trascendencia, no parecerían tener un porcentaje alto de participación, hecho que si se contrasta con los resultados de los Estudios de Caso realizados en la presente investigación, no se corresponde literalmente. Tal situación se la puede atribuir a que la encuesta data del año 2013, y sin lugar a dudas se puede afirmar que los modelos de confort han ido evolucionando conforme a nuevas tecnologías y nuevas necesidades. De modo que, de realizarse esta encuesta nuevamente en la actualidad, es de esperarse que los porcentajes de escasa ventilación hayan ascendido exponencialmente. Otro aspecto a considerar es que estos datos son poco específicos ya que, por ejemplo, cuando se refiere a humedades en techos, no define el tipo del que se trata. Por ende, no se sabe si están englobando en un mismo rubro humedades de origen higrotérmico con las provenientes de problemas de estanqueidad e hidro repelentes. En futuras investigaciones se podría diversificar cada rubro, a efectos de hacer más específica la estadística y poder así llegar a un análisis más completo.

Otro tema a considerar es el estado de conservación de las puertas y ventanas que, con sus materiales degradados, su falta de escuadra, sus sellamientos envejecidos así como el propio material constitutivo de la carpintería que contemple una conductividad térmica elevada, hace que sean propensos a tener problemas de estanqueidad o de eficiencia energética, generando como corolario filtración de agua de lluvia o condensación superficial con la consecuente escorrentía de la misma.

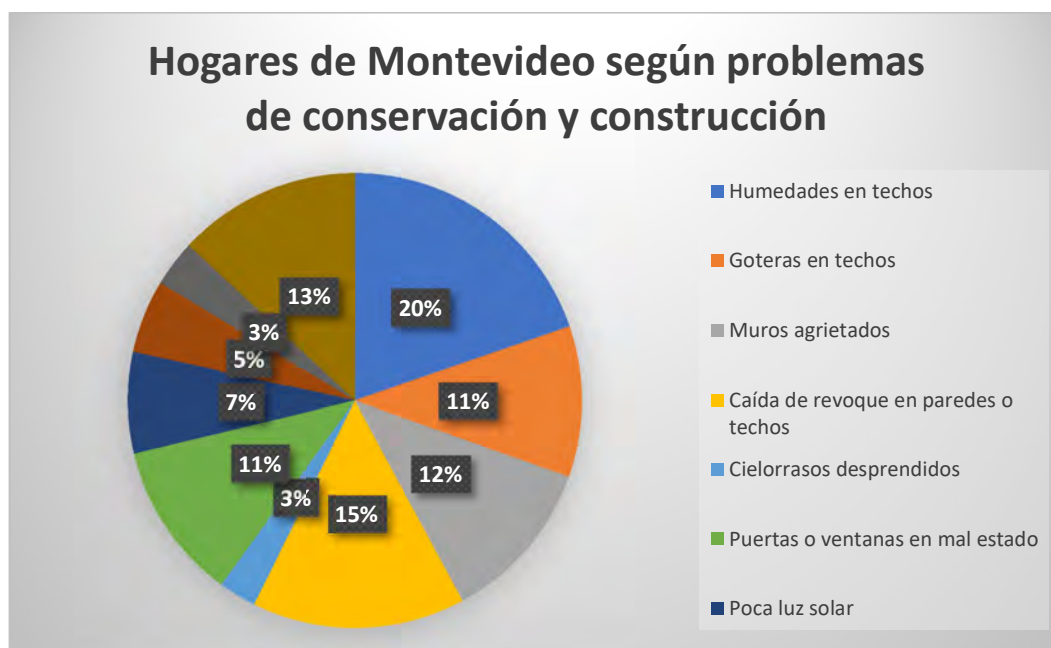


Gráfico 3: Hogares de Montevideo según problemas de construcción y conservación.

Fuente: gráfico elaboración propia en base a tabla 23 del “Informe de Divulgación sobre la Situación de la Vivienda en Uruguay”, p. 22

<http://www.ine.gub.uy/documents/10181/35933/ENHA+2006.+Situaci%C3%B3n+de+la+vivienda+en+Uruguay/04f07f2f-519c-48ec-b45a-fc78f137a8b1>

1.2 Objetivo general

El objetivo principal del presente trabajo propone la integración de aportes técnicos, constructivos, normativos y científicos en materia de proliferación de los mohos (hongos miceliales o filamentosos) que afectan negativamente la calidad de aire interior de los edificios, y su articulación con aspectos arquitectónico-constructivos locales. En síntesis, se propone una contribución al campo de lo arquitectónico y constructivo articulado con el campo de la salud.

1.3 Objetivos particulares

En función del objetivo general, este trabajo contempla los siguientes objetivos específicos:

- **Investigar** estudios técnicos, constructivos, normativos y científicos en materia de proliferación de mohos (hongos miceliales o filamentosos) que afectan negativamente la calidad de aire interior de los edificios en el ámbito internacional.
- **Extrapolar** resultados de esos estudios a la realidad de Uruguay (dado que es un tema que no está desarrollado en este país ni desde el punto de vista de la integración de varias disciplinas, ni dissociado en distintos enfoques).

- **Definir** parámetros para generar una línea de base para futuras investigaciones y para la modificación/ampliación de la Normativa Nacional de Edificación.
- **Definir** las pautas para prevenir la aparición y proliferación de mohos (hongos miceliales o filamentosos) que afectan negativamente la integridad de los materiales de construcción y, consecuentemente, la calidad de aire interior de los edificios y la salud del usuario.
- **Establecer** la presencia macroscópica de mohos (hongos miceliales o filamentosos) que proliferan en el interior de edificios de construcción tradicional, a efectos de que los profesionales de la salud puedan vincular posibles enfermedades de los usuarios a las condiciones ambientales interiores y a los contaminantes biológicos proliferados en relación a los diversos tipos de materiales de construcción.

1.4 Hipótesis

- A partir del análisis de patologías en edificios de construcción tradicional en el Depto. de Montevideo, es posible definir parámetros que interrelacionen las condiciones edilicias y ambientales, con los aspectos vinculados a los efectos nocivos de la acción del agua en las construcciones, proliferación de mohos, biodeterioro de materiales y sus repercusiones en la salud del usuario, articulando Arquitectura y Medicina como fundamento para contribuciones en ambas disciplinas.

1.5 Propósitos de la investigación

En función de estos objetivos, este trabajo propone:

- **Diseñar** una guía de recomendaciones para el profesional en arquitectura para mejorar las pautas obligatorias de la normativa nacional, en cuanto al diseño, construcción y criterios de selección de materiales para la envolvente opaca edilicia, de modo de evitar o por lo menos minimizar, la tendencia a la generación de patologías constructivas y sus consecuencias en la salud del usuario; así como una guía de recomendaciones para el usuario a efectos de evitar/mitigar la aparición de humedades en general.
- **Generar** la matriz de un atlas de reconocimiento de la proliferación fúngica y, a través del trabajo en conjunto con especialistas en micología, lograr la caracterización de los géneros y especies de mohos más comunes en edificios biodeteriorados, a efectos de brindarle al profesional tanto de la construcción como de la salud, un primer acercamiento a la problemática y a la determinación de la peligrosidad en la existencia de dichos microorganismos. Al arquitecto esto lo guiará para saber cómo enfrentar los protocolos de mitigación/remoción de los mismos, así como las acciones tendientes a evitar su reaparición; y al personal de salud lo guiará a efectos de diagnosticar de forma más precisa las causas de las afecciones respiratorias y dérmicas asociadas a este problema. Este atlas servirá como línea de base para futuras investigaciones, pues, como es un tema que está en constante evolución, otros investigadores podrán volcar nuevos resultados de nuevos muestreos en él.

- **Definir/establecer** fundamentos para la creación de normativas en el campo de la arquitectura e indicadores en el campo de la medicina.

1.6 Alcances, limitantes y potenciales

La presente investigación forma parte (como etapa complementaria) del Trabajo Integrador Final titulado “*Caracterización de envolventes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay*”. Este trabajo fue realizado también por la autora de la presente investigación, y en él se dejó explicitado que, en futuras investigaciones, se podría ampliar el espectro de estudio y evaluar un eje que involucrara temas inherentes a la salud y la calidad del aire en los ambientes interiores, tema central del corriente. Por tanto, surge un nuevo enfoque al problema planteado en la investigación anterior, orientada a los problemas de eficiencia energética, ahora encarando los mismos problemas que derivan en mala calidad del aire interior y problemas de salud, desde una mirada integrativa entre lo arquitectónico, lo médico y lo microbiológico.

Se trata de una investigación de carácter teórico-práctico y que tiene fines didácticos y de apoyo académico, pretende ser de utilidad a los profesionales en general (fundamentalmente del ámbito arquitectónico por generar recomendaciones sobre teoría, diseño y prácticas constructivas) y al ámbito de la salud (tanto a nivel del Ministerio de Salud Pública y ramas anexas, como de los profesionales de la salud en general) como antecedente para la creación de buenas prácticas en relación a la exposición del usuario frente a los mohos.

Para futuras investigaciones, sería interesante abordar más en profundidad la problemática desde el enfoque del usuario, brindándole a partir de un análisis tanto práctico como de revisión bibliográfica, soluciones de mitigación y remoción de mohos existentes, así como las medidas a tomar para evitar o mitigar su potencial reaparición.

Asimismo, se podría desarrollar más en detalle la integración de los ejes mencionados (científico-técnico-normativo), y por tanto plasmar dicha integración en varias matrices síntesis de la comparación de normativas y protocolos más importantes a nivel internacional y modelos de certificación en la temática principal por un lado, aportes médicos, y aportes microbiológicos por otro, valorando fortalezas y debilidades de cada uno, y ponderando lo más desarrollado en el ámbito de estudio para trasladarlo y adaptarlo al escenario nacional y reflejarlo en la normativa local.

Se podría también investigar sobre el estudio particular de los revestimientos y materiales de terminación y su relación con la proliferación de cada especie de mohos: tomando como eje principal el enfoque arquitectónico, analizar los aspectos físicos, morfológicos y químicos para la predisposición o el favorecimiento a la proliferación de los mohos en su superficie e interior.

Otras líneas de investigación podrían orientarse a la definición de criterios de selección de materiales en relación a la proliferación de otros organismos o a emisiones tóxicas por su composición química, o a la consideración de emisiones provocadas por eventos,

como el contacto con el fuego, y en todos los casos, su relación con la exposición del usuario.

Dado que la evaluación experimental se realizó durante la época invernal con el objeto de poder abarcar, por las condiciones climáticas exteriores y los hábitos del usuario, condiciones favorables para la aparición de condensaciones (que en otra época del año no se darían); una posible línea de investigación futura podría ser la de realizar los mismos estudios en la época estival y contrastar ambos resultados, de modo de poder sacar conclusiones acerca de la incidencia del comportamiento del usuario en tal sentido.

Cabe destacar que el eje práctico de la investigación que comprende el monitoreo de las viviendas y muestreo in situ de mohos visibles, no pretende ser un estudio epidemiológico, sino sólo mostrar las bases metodológicas para realizar una auditoría energética edilicia y un estudio microbiológico para futuras investigaciones, efectuando indicadores en base a un muestreo no probabilístico y por conveniencia, representativo de la problemática dentro de lo que se pudo tener acceso de la población de estudio.

Finalmente, con el desarrollo de la investigación, fue posible detectar varias situaciones que convergían en potenciar un cambio cuantitativo y cualitativo a la población de estudio (ampliándola a otros programas edilicias), por los motivos enunciados en el ítem *3.1.1.1 Justificación de la Población de Estudio, correspondiente al Capítulo 3. Metodología*; manteniendo las características de construcción de tipo tradicional y en la zona geográfica de estudio.

1.7 Enfoque metodológico

Caracterización del Proyecto de Tesis. Se trata de un desarrollo:

- De enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo)
- Descriptivo
- Correlacional

La presente investigación puede ser circunscripta a un enfoque **mixto** ya que, por un lado, en ella se miden valores específicos (algo propio de una **investigación cuantitativa**, pero no se llegan a formular estadísticas (aunque si indicadores); y por otro, caracteriza y describe a las variables, de modo que en ese caso se le atribuye un **enfoque cualitativo**.

Asimismo, tiene un alcance **descriptivo y correlacional**. Por un lado, describe y caracteriza los fenómenos provocados por la intrusión de agua o condiciones ambientales del aire interior, las afectaciones en los materiales de construcción y las consecuencias negativas en la salud del usuario. Por otro, plantea interrelaciones entre todas las variables analizadas, de modo de darle una visión holística al estudio.

Finalmente, en el eje **experimental**, contempla un criterio de selección de los Estudios de Caso denominado **muestreo no probabilístico por conveniencia**, ya que se consideraron representativos de la problemática dentro de lo que se pudo tener acceso de la población de estudio y casos especiales.

1.8 ¿Cómo se incluye esta investigación en el marco de la Arquitectura y el Hábitat Sustentable?

La Arquitectura y el Hábitat Sustentable, en su integral y general connotación, abarcan un sinnúmero de temáticas, todas ellas vinculadas en diversa magnitud a un mismo problema central: el desarrollo de la sociedad actual, sin el detrimento ni el compromiso de la humanidad en el futuro. Específicamente, en temas inherentes a los problemas habitacionales en todas sus dimensiones, ponen el foco en un modo de concebir al hecho arquitectónico de forma tal de aprovechar al máximo el potencial de los recursos naturales, a efectos de garantizar los menores impactos negativos para el medio ambiente y una calidad de vida integral para las generaciones futuras. A partir de ese enfoque, incluye temáticas relacionadas con las condicionantes climáticas locales, aspectos inherentes al aprovechamiento de los recursos en pos de la generación de energías alternativas, el uso racional de la energía, la selección y correcta cuantificación de los materiales para garantizar el confort higrotérmico, el desempeño termo-energético y la buena calidad del aire interior, el manejo de los desechos durante el uso, el mantenimiento y demolición de los edificios, entre tantos otros. En definitiva, incluye todo lo inherente a los aspectos de habitabilidad, salubridad y confort del hombre.

Así, se puede apreciar una estrecha vinculación (casi como condición sine qua non), entre el diseño y construcción de los edificios actuales (tarea encarada por los técnicos), en conjunto con el uso y mantenimiento (por parte del usuario). En el caso de los primeros, muchas veces quedan sin resolver algunos temas de la envolvente edilicia, como puntos singulares (energéticamente débiles) y puntos conflictivos (que comprometen la estanqueidad frente al agua líquida debido a los requerimientos y tendencias de confort actuales -también por desconocimiento-, generan gastos energéticos desmedidos, condiciones climáticas interiores inoportunas y deterioro del propio edificio por falta de mantenimiento). Ello propicia como consecuencia, patologías edilicias de diverso tipo, como las humedades, cuyas causas son variadas y culminan en la degradación de los materiales y en la proliferación de organismos, que a su vez, comprometen la buena calidad de aire interior y consecuentemente, la salud del usuario.

ESTADO DEL ARTE

2.1 Antecedentes investigativos

El presente ítem, pretende desarrollar brevemente los antecedentes del tema central del trabajo en curso que se consideran más relevantes y que de alguna forma, marcan el punto inicial para esta investigación. Por el desarrollo en cada caso, se entiende conveniente diferenciarlos en antecedentes nacionales e internacionales.

2.1.1 Antecedentes nacionales⁶⁷

Cabe comenzar por el trabajo realizado por el Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura de la UdelaR (actual Departamento de Clima y Confort en Arquitectura) en convenio con el Banco Hipotecario del Uruguay. En él, ECHEVARRÍA, Cristina y PICCION, Alicia (1998) enunciaron y recopilaron una serie de pautas mínimas exigibles al diseño de las envolventes opacas edilicias para evitar la tendencia a generar patologías asociadas a problemas de condensación durante la época invernal: típicamente mohos por condensación. El trabajo titulado “*Exigencias Mínimas Y Recomendaciones Para Mejorar La Calidad Higrotérmica De Las Viviendas Financiadas Por El Banco Hipotecario Del Uruguay*”, presentado incluso en la edición en ENCACS de 1999 en Fortaleza, forma parte de un proyecto-convenio para mejorar la calidad de las viviendas construidas y financiadas en aquella época por el BHU, y se enmarca en un momento en que la Ordenanza Municipal no hacía referencia a cuestiones de ahorro energético ni aspectos higrotérmicos de las construcciones. El trabajo desarrolla las herramientas que tiene el técnico para diseñar correctamente la envolvente opaca desde el punto de vista térmico e higrométrico. En este sentido, en cierta forma continúa el trabajo de AROZTEGUI y NEGRIN (1996) ya que plantea estudios de transmitancia térmica de soluciones constructivas, pero le da el valor agregado de la evaluación de la posibilidad de que ocurran condensaciones conforme a norma IRAM e ISO, utilizando el software HTERM. Para dicha valoración, proponen evaluar el orden y el espesor de cada una de las capas de los materiales elegidos para las soluciones constructivas, no solo con la óptica focalizada en la utilización o no de aislantes térmicos para la conservación de la energía, sino también de la utilización de capas que eviten la tendencia a formar condensaciones y por lo tanto patologías, que afectan negativamente al usuario y generan el desmedro de las construcciones. Las conclusiones a las que llegan las autoras del trabajo, es que conforme al tipo de construcciones que se

⁶⁷ El ítem 2.1.1 *Antecedentes nacionales*, fue en parte extraído de la Tesis de Especialización de la misma autora de la presente investigación, adaptándolo al nuevo enfoque del problema planteado: SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envolventes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018. 237 p. [Disponible online] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

realizaban hasta el momento en Uruguay, era inevitable la generación de patologías y problemas de confort térmico en el usuario, debiéndose atacar el problema de inmediato, introduciendo las recomendaciones generadas en normas y pliegos para la construcción edilicia, principalmente de la vivienda del BHU que era la de objeto de estudio.

Posteriormente, MIMBACAS, Alicia, REIS, Antonio y SATTLER, Miguel (2000), desarrollaron la investigación, que incluso fue presentada en ENTAC 2000, titulada *“Evaluación post-ocupación: comportamiento del usuario y condensación de humedad en la Cooperativa Habitacional Vicman”*. Este trabajo, realizado mediante la metodología de evaluación de Post-Ocupación, procuró establecer indicadores de comportamiento y ocupación referentes a viviendas del complejo habitacional mencionado, evaluando viviendas afectadas y no afectadas por patologías de condensación. El resultado al que se arribó fue la obtención de patrones diferenciados entre las viviendas afectadas y las no afectadas, patrones que están relacionados con los hábitos de ventilación, el tipo de usuarios, el tipo de climatización y el ingreso de luz solar directa.

Continuando con esta misma línea de investigación, pero ampliando la población de estudio y virando el enfoque hacia una perspectiva matemática y de bioindicadores, SUÁREZ ÁNTOLA, Roberto (2004), realiza un informe técnico en calidad de Asesor Físico de la ex Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (actual Dirección Nacional de Energía), sobre calidad del aire interior en edificios. En este informe, realiza una breve discusión de las fuentes contaminantes en el interior de los edificios y su relación con problemáticas en los usuarios, planteando un modelo matemático que, utilizándolo en simulación computacional, puede servir a efectos de tomar medidas correctivas para mitigar los efectos perjudiciales.

Finalmente, CHAUVIE, Verónica y PICCION, Alicia (2005), con el apoyo y financiamiento de la Comisión Sectorial de Educación Permanente, desarrollan la publicación académica titulada *“Patologías de Condensación: diseño y uso del edificio”*, en la que se analiza genéricamente el fenómeno de la condensación, evalúan desde el punto de vista higrotérmico cerramientos opacos pesados y livianos, y proponen una serie de estrategias a efectos de evitar patologías de condensación en el programa edilicio en general. La conclusión a la que se llega es que, las patologías higrotérmicas que se generan en edificios de Uruguay, así como la calidad higrotérmica de los mismos, están supeditados a la actuación de dos actores: el arquitecto y el usuario. Cada uno de ellos tendrá su responsabilidad en el tema y asimismo, tendrá la capacidad de evitarlas, adecuando su accionar durante el diseño del edificio (para el arquitecto), y durante el uso y mantenimiento del mismo (usuario).

Desde el 2005 a la fecha, no se han realizado más investigaciones en el tema a nivel nacional, encontrándose una oportunidad para esta investigación en curso que, además, plantea un valor agregado del enfoque más holístico e integrador del problema, a efectos de entender y abordar a la problemática desde múltiples enfoques y poder así, hacerle frente con más herramientas. Esta investigación por lo tanto, servirá de antecedente para futuros trabajos con un enfoque interdisciplinario. En otro orden, tampoco se abordan temas de calidad del aire interior relacionados con patologías asociadas a problemas energéticos y los problemas que generan los contaminantes biológicos a la salud humana (a excepción del trabajo de PICCIÓN y ECHEVARRÍA, que brinda un primer acercamiento a la problemática ambiental interior y que podría ser incluso el antecedente de futuras investigaciones cuyo tema central verse sobre condiciones ambientales e indicadores para evitar afectaciones en la salud del usuario). Este es un gran déficit sobre todo desde el punto de vista de Salud Pública, intentando

que este trabajo también resulte de punto de partida para investigaciones desde el punto de vista microbiológico y de salud e higiene del usuario, siempre con el fin de mejorar la calidad de vida de la población.

Tampoco existe hasta el momento un análisis financiero que permita visualizar el costo por metro cuadrado de la realización de la solución constructiva ponderándolo con otros aspectos de eficiencia energética y construcción, por lo que se encuentra oportuno agregarlo como otra línea más de estudio en el presente trabajo.

2.1.2 Antecedentes internacionales

GALLUP, J, KOZAK, P, CUMMINS, L, GILLMAN, S. (1987), plantean en su artículo publicado en el 3rd International Conference on Aerobiology en Suiza, titulado "*Indoor Mold Spore Exposure: Characteristics of 127 Homes in Southern California with Endogenous Mold Problems*", los efectos tóxicos de la exposición a contaminantes biológicos ambientales utilizando con herramienta la evaluación in situ de 127 casos de viviendas del Sur de California con problemas de humedades. Este antecedente representa un aporte a la rama de la medicina.

TORRES RODRIGUEZ, J.M (1989), desarrolló el artículo de revisión para el volumen 25 de la Publicación Oficial de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica, Archivos de Bronconeumología, titulada "*Hongos y patología respiratoria en nuestro medio*". En esta nota, describe todas las patologías pulmonares causadas por hongos patógenos y hongos oportunistas, describiendo sus síntomas, etiología, formas de diagnóstico, gravedad, posibles enfermedades que surgen como consecuencia de los mismos, entre otros aspectos. Este antecedente representa un aporte a la rama de la medicina.

NEVALAINEN, A. PASANEN, A.-L. NIININEN, M. REPONEN, T. KALLIOKOSKI, P. JANTUNEN, M.J. (1991), en su artículo titulado "*The indoor air quality in Finnish homes with mold problems*", plantea el estudio de 30 casos seleccionados de los 135 que denunciaron tener problemas de humedad, a efectos de muestrear los bioaerosoles presentes en el aire en construcciones en Finlandia. Se caracterizaron mohos y bacterias presentes, a efectos de generar indicadores de referencia. Este antecedente representa un aporte a la rama de la microbiología.

MILLER, J.D. (1992), en su artículo de revisión bibliográfica titulado "*Fungi as contaminants in indoor air*", plantea un análisis de los contaminantes biológicos interiores (hongos) en relación a la calidad del aire interior. La exposición sostenida a este tipo de agentes culmina en afectaciones de distinto tipo en la salud, por lo que llega a la conclusión de que el factor determinante en la proliferación de estos agentes es el diseño del edificio y el uso y mantenimiento del mismo. Este antecedente representa un aporte a la rama de la ingeniería ambiental.

HYVARINEN, Anne. REPONEN, Tiina. HUSMAN, Tuula. RUUSKANEN, Juhani. NEVALAINEN, Aino (1993), publicaron en la revista Indoor Air de Dinamarca, el artículo titulado "*Characterizing Mold Problem Buildings – Concentrations And Flora Of Viable Fungi*". En él, el objetivo principal fue el análisis de los problemas de mohos en el interior de los edificios, realizando un conteo de la concentración de la Flora y los hongos viables. Este estudio se realizó mediante varios métodos de muestreo: el impactador de seis etapas ("six-stage Andersen Impactor"), muestreos de sedimentación en placa, de superficie, y de la basura doméstica. Las conclusiones a las que llegaron fueron que,

dependiendo del método de muestreo, se lograron hallar distintos géneros y especies de mohos en los ambientes analizados de los edificios tomados como referencia. Este antecedente representa un aporte a la rama de la microbiología.

GARCÍA MORALES, Soledad (1995), en su Tesis Doctoral para la Facultad de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, titulada "*Metodología de diagnóstico de humedades de capilaridad ascendente y condensación higroscópica, en edificios históricos.*" Esta tesis plantea las bases para determinar un método de diagnóstico de las humedades por ascensión capilar, realizando un estudio de varias especialidades, como la construcción, la física de los materiales, la hidrogeología, modelos matemáticos aplicados al movimiento de las masas de aguas, entre otros. Esta es una investigación sin precedentes en su campo de estudio. Este antecedente representa un aporte a la rama de la arquitectura.

HUSMAN, Tuula (1996), en su artículo de revisión bibliográfica titulado "*Health effects of indoor air microorganism*", plantea la revisión y discusión de toda la literatura hasta ese momento, referente a la exposición de los usuarios de edificios a los agentes contaminantes biológicos presentes en el interior de los mismos, y sus efectos negativos en la salud. Este antecedente representa un aporte a la rama de la medicina.

ANDERSSON, M.A. NIKULIN, M. KO'LJALG, U. ANDERSSON, M.C. RAINEY, F. REIJULA, K. HINTIKKA, E.L. SALKINOJA-SALONEN, M. (1997), realizaron el artículo para la revista oficial de la American Society for Microbiology titulado "*Bacteria, Molds, and Toxins in Water-Damaged Building Materials*". En dicho artículo relatan el estudio realizado en materiales de construcción afectados por humedad y mohos. Se analizaron las micotoxinas presentes en los materiales, se aislaron y cultivaron en laboratorio las muestras extraídas. Se hallaron los géneros de mohos *Stachybotrys*, *Penicillium* y *Aspergillus* spp. Además, se analizaron endotoxinas bacterianas también encontradas en los mismos materiales. Este antecedente representa un aporte a la rama de la microbiología.

VERHOEFF, A.P. BURGE, H.A. (1997) en su artículo de revisión bibliográfica titulado "*Health risk assessment of fungi in home environments.*", plantea la revisión de toda la literatura hasta ese momento, referente a la exposición de los usuarios de edificios a los hongos presentes en el interior de los mismos, y sus efectos negativos en la salud; así como el hecho de generar indicadores de exposición máxima para poner en riesgo la salud. Llega a la conclusión que, con las herramientas que hay hasta ese momento para la evaluación y diagnóstico, no es posible generar dichos indicadores. Propone avanzar en la temática estudiando a la población de riesgo. Este antecedente representa un aporte a la rama de la medicina.

PEAT, J.K. DICKERSON, J. (1998) desarrollaron el artículo de revisión de literatura titulado "*Effects of damp and mould in the home on respiratory health: a review of the literature.*" En él, el objetivo principal es analizar si existe una directa relación entre la humedad interior de los ambientes, la proliferación de mohos, y la salud del usuario. Las conclusiones a las que llegan es que es algo difícil de determinar, aunque en el análisis de poblaciones vulnerables como niños, donde no están presentes otros factores que afectan a adultos (caso fumar), es más sencillo de analizar. Otro aspecto es que la humedad sí tiene relación con la problemática planteada, lo que implica que los edificios deben de ser diseñados para que contemplen un buen clima interior y los hábitos de ventilación del usuario deben de ser una conducta fundamental. Este antecedente representa un aporte a la rama de la ingeniería ambiental.

CZAJKOWSKI, J. GENTILE, C. STANGE, S. MORENO, J (1999), en su trabajo publicado en actas del V Encontro de Conforto no Ambiente Construido en la ciudad de Fortaleza, titulado "*Condensación superficial en encuentros de planos verticales y horizontales, en viviendas de uso permanente: su evaluación y diagnóstico*", analizan y discuten los resultados de mediciones hechas en viviendas puestas en régimen y localizadas en la zona de la pampa húmeda de la República Argentina a efectos de determinar la variación de la resistencia superficial del aire convectivo en situación de existencia de condensaciones superficiales y enmohecimiento. Este antecedente representa un aporte a la rama de la arquitectura.

ROBBINS, C.A. SWENSON, L.J. NEALLEY, M.L. GOTS, R.E. KELMAN, B.J. (2000), en su artículo de revisión bibliográfica presentado en la Revista "Applied Occupational and Environmental Hygiene", titulado "*Health effects of mycotoxins in indoor air: a critical review*", aborda una revisión de la literatura enfocada a los higienistas industriales, referente a los efectos tóxicos en la salud de los humanos frente a la exposición a las micotoxinas producidas por los mohos en los ambientes interiores. Este antecedente representa un aporte a la rama de la ingeniería ambiental.

AZQUETA, Pablo (2002), realiza para la Revista Vivienda n° 474, la nota titulada "*Las condensaciones de humedad en la construcción.*" En ella, realiza una breve descripción de lo que significa condensación superficial e intersticial, y de los factores que están relacionados con la aparición de las mismas. Además, realiza un somero acercamiento a la normativa Argentina referente a evitar la tendencia a la formación de estas humedades en los edificios, y finalmente, una breve descripción de las patologías edilicias que derivan. Este antecedente representa un aporte a la rama de la arquitectura.

BORNEHAG, C.G. SUNDELL, J. (2002), desarrollaron el trabajo titulado "*Dampness in buildings as a risk factor for health effects. European multidisciplinary review of the entire literature (Euroexpo)*". Este artículo de revisión bibliográfica, realizado por un equipo europeo multidisciplinario de especialistas en toxicología, medicina, ingeniería y epidemiología, revisó 104 artículos de los años 1998 a 2000, llegando a la conclusión de que los contaminantes biológicos (mohos, ácaros, bacterias) configuran un factor de riesgo para la aparición de ciertas enfermedades respiratorias y cutáneas en el usuario. Este antecedente representa un aporte a la rama de la medicina.

IGLESIAS, Ricardo (2003), en su ponencia titulada "*Factores medioambientales, vivienda y salud*", realiza una revisión de la bibliografía existente acerca de los factores de los edificios que influyen de alguna manera en la salud de sus ocupantes, así como una revisión de una serie de cuestionarios realizados en distintas ciudades europeas a usuarios de viviendas. Con una visión crítica, define cuáles de dichos factores son los de mayor incidencia en la salud de los usuarios, a efectos de generar un compendio de recomendaciones generales a la hora de diseñar/acondicionar edificios. Este antecedente representa un aporte a la rama de la arquitectura.

FUNG F, HUGHSON W.G. (2003), en su artículo de revisión bibliográfica titulado "*Health effects of indoor fungal bioaerosol exposure*", plantea la revisión de toda la literatura desde 1966 hasta el año 2002 (que contempla artículos teóricos, estudios de casos, encuestas, muestreos, etc), referente a la exposición de los usuarios a los bioaerosoles procedentes de hongos en los interiores de los edificios. Además, plantea desde un punto de vista crítico, algunas formas de mitigar dicha exposición. Hasta ese momento los métodos de muestreo y de análisis de esporas y bioaerosoles no eran lo suficientemente específicos como para determinar la incidencia en las enfermedades

que presentan los usuarios. Este antecedente representa un aporte a la rama de la microbiología.

MUÑOZ, Marcela (2004), en su Tesis de Grado de la Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, titulada *“Patologías en la edificación de viviendas sociales, especialmente con la humedad.”*; aborda una revisión bibliográfica acerca de las viviendas sociales en Chile y en particular a los temas referentes a patologías edilicias en ellas. Además, plantea un análisis de la normativa de construcción existente en el país y la compara con la normativa de otros países sudamericanos. Este antecedente representa un aporte a la rama de la construcción.

EDMONDSON, David; NORDNESS, Mark; ZACHARISEN, Michael; KURUP, Viswanath; FINK, Jordan (2005), desarrollaron el trabajo titulado *“Allergy and “toxic mold syndrome”*, y lo divulgaron en una publicación oficial del American College of Allergy, Asthma & Immunology; cuyo objetivo principal fue definir las características clínicas y los síntomas estándar de pacientes que se encuentran expuestos a ambientes con mohos. El método fue mediante revisión médica general, que incluyó pruebas de sangre y cutáneas. Las conclusiones a las que llegaron fueron que las reacciones alérgicas son las patologías más frecuentes en pacientes expuestos a estas atmósferas. Además, para determinar otro tipo de patologías, es necesario otro tipo de pruebas y exámenes más específicos. Este antecedente representa un aporte a la rama de la medicina.

BOLDÚ, J. PASCAL, I. (2005), realizan el artículo titulado *“Enfermedades relacionadas con los edificios.”* El trabajo aborda la problemática del Síndrome del Edificio Enfermo, desarrollando una reseña acerca de los contaminantes interiores, los síntomas que generan en el usuario, las enfermedades causadas, la forma de diagnosticarlas y algunas medidas preventivas del caso. Es un artículo teórico de revisión. Este antecedente representa un aporte a la rama de la medicina.

MITCHELL, Clifford S. ZHANG, Junfeng (Jim), SIGSGAARD, Torben, JANTUNEN, Matti, LIOY, Paul J. SAMSON, Robert, KAROL, Meryl H (2007), desarrollaron el trabajo titulado *“Current State of the Science: Health Effects and Indoor Environmental Quality.”*, con la intención de ampliar lo que, hasta ese momento, habían sido las investigaciones referentes al tema. Revisaron la literatura existente y los últimos avances en cuanto a caracterización de fuentes contaminantes interiores, tipos de contaminantes, evaluación y diagnóstico de los mismos, así como sus posibles efectos en la salud; con el objetivo de presentar en un solo trabajo, estos últimos avances en investigaciones que tienen como fin último mejorar la salud de los ocupantes, sobre todo en lo que a población vulnerable se refiere (niños, ancianos e inmunosuprimidos). Realizan una mención también a lo referente al diseño de los edificios. Este antecedente representa un aporte a la ingeniería ambiental.

AVILÉZ, Sonia (2007), en su Tesis de Maestría para Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas; investigación titulada *“Metodología para el diagnóstico de calidad del aire interior (CAI) en recintos escolares: caso UPIICSA.”*, propone una metodología de evaluación de la calidad del aire interior de los edificios, para aquellos en los que los usuarios manifiestan síntomas y dolencias relacionadas con el Síndrome del Edificio Enfermo. Particularmente se ejemplifica el método con el estudio de caso de la UPIICSA. Como corolario de dicha investigación, surgen intervenciones para mitigar los problemas encontrados en dichos edificios y que están relacionados con contaminantes biológicos y químicos interiores. Este antecedente representa un aporte a la ingeniería ambiental.

LIGNELL, Ulla (2008) en su Tesis Doctoral de la University of Kuopio, National Public Health Institute, Department of Environmental Health, Kuopio, Finland and Department of Environmental Sciences, titulada "*Characterization of microorganisms in indoor environments*", plantea por un lado, una revisión de la literatura acerca de los agentes contaminantes biológicos en el interior de los edificios, su evaluación, métodos de muestreo y los efectos en la salud de los usuarios por la exposición a ellos; y por otro, aplicar la teoría de análisis y muestreo a una cantidad de estudios de caso, y discutir los resultados obtenidos. Este antecedente representa un aporte a la ingeniería ambiental.

BUSS, Mariana (2009), en su Tesis Doctoral de la Universitat Autònoma de Barcelona, Unitat de Botànica, Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal I Ecologia, titulada "*Estudio epidemiológico de alergia a hongos y otros neumoaergenos, en estudiantes de medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona, con relación a los niveles fúngicos ambientales.*", plantea a partir de un estudio de caso, realizar análisis aerobiológicos y epidemiológicos mediante diversos métodos de muestreo y encuestas a los usuarios de los contaminantes biológicos presentes (hongos y otros alérgenos). A partir del estudio realizó un conteo de esporas en el aire, la caracterización de los géneros y especies presentes en el aire, así como la caracterización de las principales enfermedades alérgicas y respiratorias. Este antecedente representa un aporte a la ingeniería ambiental.

PARK, J.H, COX-GANSER, J.M. (2011), en su artículo de revisión bibliográfica titulado "*Mold exposure and respiratory health in damp indoor environments.*", plantea la revisión de toda la literatura hasta ese momento, referente a la exposición de los usuarios de edificios a los mohos presentes en el aire interior, y sus efectos negativos en la salud. Este antecedente representa un aporte a la medicina.

MENDELL, Mark J. MIRER, Anna G. CHEUNG, Kerry. TONG, My. DOUWES, Jeroen (2011), en su artículo titulado "*Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence*", realizan una revisión completa del estado del arte referente a la exposición de los usuarios de edificios a los mohos presentes en el aire interior, y sus efectos negativos en la salud. Este antecedente representa un aporte a la medicina.

GARCÍA MORALES, S. LÓPEZ, GONZÁLEZ, L. COLLADO DÓMEZ, A. (2012), en este caso los autores abordan en su artículo titulado "*Metodología de inspección higrotérmica para la determinación de un factor intensidad de evaporación en edificios históricos.*" Una metodología para diagnóstico higrotérmico de cerramientos opacos y su posterior análisis y discusión de resultados. Se muestran estudios de caso en edificios históricos. Este antecedente representa un aporte a la arquitectura.

RIVADENEIRA, Daniela (2012), en su Tesis de Grado de la Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Escuela De Bioanálisis, trabajo titulado "*Evaluación microbiológica de la presencia de hongos en ambientes de la Escuela de Bioanálisis de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador mediante la aspiración de volumen de aire en tiempo definido como una de las causas del Síndrome del Edificio Enfermo durante el 2011*", aborda el estudio de caso de la Escuela de Bioanálisis, desde el punto de vista del muestreo del aire mediante diversos métodos, a efectos de caracterizar los géneros y especies presentes en el edificio, y detectar así si los usuarios están siendo afectados por estos contaminantes y por ende, por el Síndrome del Edificio Enfermo. Este antecedente representa un aporte a la microbiología.

RIVERA, Luis (2012) en su Tesis de Grado de la Universidad De Chile, Facultad De Ciencias Físicas Y Matemáticas, Departamento De Ingeniería Civil, investigación titulada *“Recomendaciones para la prevención y solución de la humedad por condensación en viviendas”*; plantea la revisión de toda la literatura hasta ese momento, tanto nacional como internacional referente a las humedades de condensación en viviendas. El trabajo finaliza con una serie de recomendaciones para evitar la tendencia a la formación de las mismas. Este antecedente representa un aporte a la arquitectura.

TENORIO, José Antonio. DIAZ, María Inés (2014), en su publicación realizada para las 1as Jornadas de Investigación en la Construcción, titulada *“Pérdidas de calor y formación de condensaciones en los puentes térmicos de los edificios”*, plantean una discusión frente a los problemas de condensaciones y formación de mohos en puntos singulares de los edificios: los puentes térmicos. Este antecedente representa un aporte a la arquitectura.

CARDOZO BECERRA, R. Y. ARAQUE MUNOZ, L. G. (2015), realizaron el artículo titulado *“Caracterización de bioaerosoles en tres edificaciones administrativas de Bogotá, 2012-2013”*, publicado en la revista online Ciencia en Desarrollo, volumen 6. El trabajo se basó en el muestreo de bioaerosoles de tres edificios de Bogotá que denuncian problemas de mohos en sus ambientes, hallando los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladosporium*. Las conclusiones a las que llegaron fueron que, por un lado, los géneros encontrados se corresponden a lo indicado por la literatura en el tema referente a los tipos de materiales de construcción, y por otro lado, la especial necesidad del monitoreo de la calidad del aire interior y del mantenimiento de los edificios, sobre todo referente a los equipos de ventilación termomecánica. En el trabajo además incluyeron recomendaciones generales del tipo preventivo. Este antecedente representa un aporte a la rama de la ingeniería ambiental.

AMARANTO CONRADO, Melys Audith. CAÑIZALES, Jorge Luis Castillo. VALDERRAMA, Zulay Castillo. MENESES VEGARA, Samuel Fransisco. PÁJARO ORTIZ, Maritza Isabel (2015) en su Tesis de Especialización de la Universidad CES, Facultad de Medicina, titulada *“Síndrome del edificio enfermo: estado del arte, periodo 2005 – 2015”*, presenta una revisión bibliográfica sobre la temática del Síndrome del Edificio Enfermo a nivel mundial, a efectos de sentar las bases de investigaciones en Colombia, ya que del tema no hay antecedentes nacionales. Este antecedente representa un aporte a la rama de salud y seguridad laboral.

JAIKEL-VÍQUEZ, Daniela; HERNÁNDEZ-VARGAS, Sofía; RIGGIONI-CORDERO, Olman; SALAS-CAMPOS, Ingrid; GROSS-MARTÍNEZ, Norma (2015), realizaron el trabajo titulado *“Contaminación fúngica ambiental en tres centros de enseñanza primaria del cantón Central de la provincia de Heredia, Costa Rica”*, publicado en el Acta Médica Costarricense, vol. 57, núm. 3. Esta investigación analiza la concentración de esporas de mohos presentes en el aire interior de tres edificios de enseñanza primaria de Costa Rica, hallándose los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladosporium* spp. La conclusión a la que llegaron fue que, en los tres edificios de enseñanza, la concentración de esporas en el aire es mayor a la recomendada desde el punto de vista de la salubridad. Este antecedente representa un aporte a la rama de la microbiología y de la salud.

MOLINA, Enrique (2015), realiza el artículo teórico y de revisión de literatura titulado *“Contaminantes biológicos del aire interior de la vivienda: factores contribuyentes, afecciones relacionadas y medidas correctivas”*. En él, realiza una reseña sobre los principales contaminantes biológicos en los interiores de los edificios, las afecciones en la salud de los ocupantes que generan, sus síntomas, cómo diagnosticar y tratar dichas

enfermedades; así como algunas intervenciones a nivel de los artículos de limpieza y de decoración. Este antecedente representa un aporte a la rama de la ingeniería ambiental.

DAZA, M.A. MARTÍNEZ, D. X. CARO, P.A (2015), desarrollan el artículo “*Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo*”. Este trabajo de carácter teórico presenta una revisión sobre la temática del Síndrome del Edificio Enfermo y la relación que tiene con la contaminación microbiológica presente en el aire interior de los edificios y las patologías respiratorias y alérgicas que generan en el usuario, buscando en el lector una postura crítica sobre lo que en él se aborda. Este antecedente representa un aporte a la rama de la ingeniería ambiental.

CAICEDO, Luz Dary. (2015), realiza su Tesis de Maestría para la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional del Nordeste, titulada “*Estudio de la micota ambiental de tres edificios de laboratorios de la Universidad del Valle, Colombia, y su relación con los síntomas de alergias respiratorias que manifiestan trabajadores.*” La investigación aborda dos aspectos: por un lado, cuantifica la micota ambiental presente en aire interior de los tres edificios analizados, por otro, caracteriza los géneros de mohos en las fosas nasales de los trabajadores de dichos edificios que experimentan reacciones alérgicas al estar en sus puestos laborales. Las conclusiones fueron las siguientes: el conteo de mohos en el aire fue mayor de los valores recomendados, se hallaron los géneros, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Alternaria* spp; y se determinó que la temperatura y humedad relativa de los ambientes tiene una directa relación con la proliferación de los mismos. Este antecedente representa un aporte a la rama de la medicina.

TINOCO CANTO, Jhoenmert Edgar, CARHUAZ YARO, Mirian Rosmery, FLORES CORDOVA, Delia, ALVAREZ LOLI, Jenny (2016), desarrollan el trabajo titulado “*Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y su repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión*” y publicado en la Revista Ciencia y Tecnología Vol 2, n°1. El trabajo presenta el análisis de una comunidad estudiantil de la Biblioteca de la Universidad Peruana Unión, realizando una caracterización de los organismos presentes en el aire interior y su potencial daño a la salud de los usuarios, así como una caracterización en los factores ambientales que intervienen a que proliferen dichos organismos biológicos, y una serie de medidas preventivas para evitar el hecho. Utilizaron el método de sedimentación en placa y luego una fórmula matemática para contabilizar las esporas en el aire. Hallaron una gran cantidad de géneros de mohos, levaduras y bacterias en el aire, con una concentración muy por encima de los máximos recomendados. Este antecedente representa un aporte a la rama de la ingeniería ambiental.

LINDSLEY, W. GREEN, B. BLACHERE, F. MARTIN, S. LAW, B. JENSEN, P. SCHAFER, M. (2017) realizaron un extenso manual de métodos analíticos para muestrear bioaerosoles en el interior de edificios de forma de poder caracterizarlos. El trabajo fue titulado “*Sampling and characterization of bioaerosols.*” Este antecedente representa un aporte a la rama de la microbiología.

Todos los casos descriptos precedentemente como antecedentes sobre la temática central del presente trabajo, continúan viendo al problema de forma disociada, cada uno aportando desde una disciplina en particular al área arquitectónica, médica, microbiológica, botánica, entre otras. Es en este marco que surge la necesidad de esta

investigación: proporcionarle a los profesionales de diversas disciplinas y a la academia en general, un trabajo holístico e integrativo, donde se pueda analizar la problemática desde varios ejes en igual jerarquía, interrelacionándolos entre sí.

Por ello, este trabajo plantea un abordaje crítico desde lo arquitectónico (abordando un parque edilicio mayor en cuanto a cantidad de edificios muestreados y más general desde el punto de vista de programa arquitectónico), con un enfoque en la rama constructiva, económica y termo-energética; así como un abordaje práctico en el área de la microbiología y de revisión de literatura en cuanto al de la salud. Este abordaje multidisciplinario permite la visualización integral desde los enfoques posibles que se le puede dar al problema con investigaciones provenientes de la arquitectura, medicina, microbiología, botánica e ingeniería ambiental.

2.2 Sistema Cooperativo en el Uruguay⁶⁸

Uruguay se encuentra actualmente atravesando un período de transición, dentro de un marco de metas a nivel gubernamental que ya viene de décadas atrás (por ejemplo con las actuaciones a nivel habitacional con la creación del INVE –Instituto Nacional de Viviendas Económicas- en 1930 hasta el MVOTMA en 1990), en la búsqueda de lograr un permanente mejoramiento en los niveles de vida de su población. En tal sentido, esta tarea implica esfuerzos y promociones en el área de la educación, la salud, y mayoritariamente en lo que a la vivienda refiere; siendo ésta última precisamente la que motiva el presente trabajo a la luz de las acciones realizadas por el Gobierno a efectos de solucionar el problema habitacional de los sectores medios y bajos, los que a su vez requieren de distintos tipos de intervención.

Con relación al último aspecto, según la investigación de GIACOSA, Antonella. PRIETO, Camila. SOUTTO, Araceli, titulada *Uruguay en clases. Estratificación social en Uruguay*, se puede clasificar a la población en tres grandes franjas: por un lado, un primer grupo compuesto por aquellas personas y/o familias, con una cómoda posición económica (la “clase capitalista”, con una participación al año 2012 del 16.5% en el total de la población); un segundo sector integrado por los ciudadanos de ingresos menores pero poseedores de una real -aunque variable- capacidad de ahorro (la “clase media”, con una participación del 52,8% también al 2012); y finalmente una tercer franja poblacional, de recursos apenas suficientes para satisfacer sus necesidades primarias, con nula capacidad de ahorro -y en muchos casos dentro del rango de indigencia- (la “clase baja”, con una participación al 2012 dentro de la población, del 30.7%). Si esto se analiza más detalladamente, se puede observar que a cada una de las franjas sociales es posible subdividirla en otras de modo de poder clasificar los sub-estratos, de acuerdo a criterios económicos (ingresos, posesiones). En este sentido, aparecen las clases media-alta, media-media, media, media-baja, y luego dentro de la baja, ésta queda subclasificada según el nivel del índice de pobreza: pobreza absoluta, pobreza educativa, pobreza relativa. (GIACOSA, PRIETO, SOUTO. 2016)

Además, según la Organización de las Naciones Unidas,

“considera “clase media” a quienes tienen ingresos per cápita de entre 10 y 50 dólares al día. En otras palabras: una familia promedio uruguaya, compuesta por tres miembros, integra la clase media si su ingreso mensual suma entre 22.000 y 110.000 pesos” (GIACOSA, PRIETO, SOUTO, 2016, p. 19)

Tomando el valor de la UR actual⁶⁹ de \$1105.23 pesos uruguayos, se están refiriendo a un rango de entre 21.5UR – 107.7UR. En este marco, el Estado Uruguayo ha decidido

⁶⁸ El ítem 2.2 *Sistema Cooperativo en el Uruguay*, fue extraído de la Tesis de Especialización de la misma autora de la presente investigación: SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envoltentes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018.

237 p. [Disponible online] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

⁶⁹ Valor de la Unidad Reajustable a enero de 2018 [disponible online] <https://www.bhu.com.uy/> [consulta febrero 2019]

enfocar sus esfuerzos a solucionar el problema habitacional de los sectores con menos recursos (sectores con grandes variantes), los que a su vez necesitan de distinto tipo de intervención. En efecto, estos sectores se componen tácitamente de dos grandes grupos. Lo que al Programa Cooperativas⁷⁰ refiere, estarían interviniendo en la clase media y baja, más precisamente en la media-baja y la baja en sus niveles superiores. Son comprendidos por un lado, por los que disponen de su capacidad de ahorro ya mencionada y tienen la posibilidad de acceder a un crédito otorgado por organismos públicos (caso Banco Hipotecario antiguamente o Agencia Nacional de Vivienda en la actualidad) y por medio del mismo adquirir o construir su vivienda propia. Por otro lado, el caso del grupo socioeconómico que, en atención a lo exiguo de sus ingresos, carece de la posibilidad del ahorro mensual (o periódico en caso de ser zafrales); en el que el Estado debe asumir la construcción y adjudicación de las unidades habitacionales sin retorno monetario (con cuota cero o de un valor insignificante, meramente simbólico), solventando la erogación el resto de la población, por medio de cualquiera de los mecanismos usuales. En este sentido, se estructuran las dos modalidades de programas de cooperativas: por un lado, las de ahorro previo, deben de contar con un ahorro previo mínimo del 15%, ingresos del núcleo familiar de hasta 60UR, y tener entre 10 y 50 socios; por otro, las de ayuda mutua, también deben de tener ingresos del núcleo familiar de hasta 60UR, y tener entre 10 y 50 socios, pero en lugar de exigirles ahorro, aportan mano de obra (ver Guía de Vivienda 2015 en anexo)

Demás está decir que cualquiera y todas las soluciones habitacionales incluidas en los dos grupos señalados, deberán observar los valores mínimos de confort y buena calidad del aire interior requeridos para desarrollar una vida digna y confortable, quedando las diferencias entre las categorías relegadas a otros aspectos, sobre todo lo relativo a la implantación, dimensiones, terminaciones, acondicionamiento de espacios exteriores, etc.

En este contexto de imprescindible presencia estatal en el mercado inmobiliario, rige evidentemente el principio de la minoración de los costos para que el espectro poblacional atendido sea el máximo posible. Esto se obtiene por la acertada combinación de distintos parámetros: menor erogación inicial, mínimos costos de mantenimiento y máxima duración del objeto (es decir mayores tiempos de reposición); pero también una mayor calidad de la vivienda sobre todo en cuanto a los conceptos “sanidad” de los materiales, eficiencia energética y un ambiente interior sin presencia de contaminantes.

⁷⁰ En el año 1961 se funda el Centro Cooperativista Uruguayo, quien en 1966 desarrolla el Plan Piloto de Cooperativas de Vivienda en Florida, Salto y Río Negro (Departamentos de Uruguay). En 1968 se aprueba la Ley Nacional de Viviendas 18.407 en la cual, entre otros aspectos, se definen las dos opciones de modalidad de cooperativas: ayuda mutua ó ahorro previo. (Historia del Cooperativismo Nacional (s.f.). En CUDECOOP. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de

<http://www.cudecoop.coop/cudecoop/las-cooperativas-en-uruguay/#section84>

El Programa Cooperativas, implica la creación de la forma jurídica, inscripción en todos los organismos gubernamentales correspondientes, luego de la adjudicación de un IAT (Instituto de Asesoramiento Técnico), se sortea un terreno, se debe presentar el anteproyecto ante la ANV (Agencia Nacional de Vivienda), sorteo del préstamo y finalmente la ejecución de la obra. (Cooperativas (s.f.). En MVOTMA. Recuperado el 3 de marzo de 2019 de <http://www.mvotma.gub.uy/programas-permanentes-postulacion/construir/cooperativas>

Por otro lado, la construcción en el medio urbano (y en el marco de la “ciudad formal”) del Uruguay, deja en evidencia anomalías en la concepción misma de los edificios, manifestadas en defectos y vicios constructivos bastante comunes y perjudiciales para sus ocupantes. Estos aspectos deficitarios de la construcción que generan distintas patologías en la obra terminada y que se manifiestan durante el uso de la misma –siendo muchas veces casi de inmediato–, se originan mayoritariamente en la concepción del hecho arquitectónico y luego en la concreción del mismo (esto es, qué se construye y cómo se construye), generando anomalías y perjuicios a diversos niveles: desde el sanitario (al ser responsables de “la mala calidad del aire interior”, generando muchas afecciones respiratorias, alergias, e incluso físicas -caso reumáticas-), provocando que colapsen los servicios de salud en ciertas épocas del año propicias a estos malestares; hasta el económico, al ser necesarios reparaciones y trabajos de mantenimiento en plazos y tiempos no previstos en la concepción inicial del edificio. Asimismo, tienen incidencia también negativa en la economía global del país, al requerir a los usuarios el uso de instalaciones termo-mecánicas que mejoren los ambientes interiores que se habitan (para intentar regular la temperatura y humedad relativa interior), con el consecuente consumo de combustibles y energía que traen aparejado erogaciones tan imprevistas como innecesarias acentuando la crisis energética. Tales circunstancias, sumadas a la gran oferta en el mercado de tecnologías que no siempre son apropiadas desde el punto de vista sanitario (por ejemplo, es muy común encontrar deshumidificadores o purificadores de aire que incluyan filtros de “tipo HEPA” pero que evidentemente su eficacia en este sentido es mucho menor), terminan provocando, además de un gasto de energía que generan facturas mensuales muy difíciles de solventar para gran parte de la población, una muy mala condición ambiental del aire interior.

Cabe preguntarse entonces: ¿Cómo se construye? ¿Qué se hace mal? La respuesta abarca desde el plano de la concepción misma del proyecto hasta el de la ejecución (en cuanto a la mano de obra y dirección capacitada); y parece requerir una mirada introspectiva crítica hacia la formación de los profesionales de la construcción. Es ésta una tarea en la que la academia ha visto seriamente comprometida su actuación por una insuficiente disponibilidad económica acorde a las actuales demandas de la sociedad uruguaya, generándose importantes déficits tanto respecto a disponibilidad locativa como docente para la enseñanza, lo que tiene un inevitable impacto en la formación de los futuros técnicos. Siendo la arquitectura una tarea de por sí integradora de variadas y muchas veces muy diferentes disciplinas, la situación explicitada conduce a que a nivel de grado, éstas se enseñen y expongan a menudo como si fueran completamente independientes, soslayando las influencias recíprocas que la concreción de cada una puede tener sobre las otras. Muchas veces, el arquitecto carece de los conocimientos técnicos necesarios para realizar un correcto diseño de una envolvente edilicia, cómo analizarla teóricamente y cómo elegir los materiales con que se va a construir (con ciertos criterios o parámetros, dejando en segundo plano o contando con más elementos para manejar la cuestión de costos); pero sobre todo carece de herramientas que contemplen rigor técnico para exponerlas al comitente a efectos de elaborar un argumento técnico fundamentado, contundente e irrefutable sobre las opciones más ventajosas, evitando que los factores económicos o estéticos sean los determinantes en la toma de decisión sobre la solución adoptada.



Figura 17: Complejo habitacional en Montevideo – COVIREUS AL SUR, Agencia Nacional de Vivienda – 2012

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2018]



Figura 18: Humedad de condensación en unidad de vivienda de cooperativa COVIREUS AL SUR

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2018]



Figura 19: Humedad de condensación en unidad de vivienda de cooperativa COVIREUS AL SUR

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2018]

La enseñanza a nivel de grado la Arquitectura en Uruguay durante los últimos 10 años, ha sido la continuación de un proceso de evolución muy importante cuyo origen se remonta a fines del tercer cuarto del siglo pasado y principios del actual. La tarea para la Facultad de Arquitectura de la Udelar fue sumamente trabajosa: además de la reconstrucción de un plantel docente diezmando por circunstancias políticas, debió enfrentarse a resolver crecientes problemas económicos –insuficiente cobertura presupuestaria-, tanto como aspectos sociales y educativos de trascendencia –crecimiento permanente de la cantidad de alumnos que ingresan anualmente-. Además de ello, no puede soslayarse la no menos importante evolución de la sociedad en general, no solo a nivel local sino mundial, siendo ésta última circunstancia precisamente la que determinó que las preocupaciones internas de las naciones determinaran distintas prioridades y niveles de actuación: mientras para los países ricos la preocupación primordial era la de mejorar los estándares obtenidos (dando lugar ello a la especialización y profundización de los estudios de grado), para los países en vías de desarrollo como el nuestro, la prioridad era obtener esos estándares para la mayor parte posible de la población.

Es así que muchas veces, y fundamentalmente por la conjunción de los factores mencionados, no ha existido en la formación de los arquitectos en el Uruguay, un proceso de evolución de los programas de muchos cursos vinculados a la construcción de los edificios que evolucionara de forma acorde a los descubrimientos técnicos y científicos y a los avances tecnológicos que se iban sucediendo, no solamente en el campo de la arquitectura, sino en otras especialidades que se encuentran íntimamente relacionadas por el fin último que tiene ésta: la del hábitat humano. Sí son estudiadas algunas áreas temáticas de forma parcial, pero son vistas con un enfoque por lo general fragmentado, con un mismo enfoque y desvinculadas entre sí, como temáticas separadas y con nula o exigua posibilidad de relación o integración, e incluso como si fueran independientes a otros enfoques interdisciplinarios que sería muy factible de dar.

Por ende, siendo la construcción una tarea de por sí integradora de variadas y muchas veces muy diferentes disciplinas, se enseñaron y expusieron como si fueran completamente independientes, soslayando las influencias recíprocas que la concreción de cada una podía tener sobre las otras. Así, por ejemplo, se estudian los materiales de construcción, las estructuras, los acondicionamientos térmico y acústico, en mayor o menor profundidad y detalle, pero sin la necesaria interrelación que pusiera en evidencia la dependencia recíproca de unos sobre otros. Aparecen después los puentes térmicos mal resueltos, la incorrecta colocación de las barreras de vapor o barreras hidrorepelentes, la poco eficiente exigua o excesiva masa de los muros, las fisuras por movimientos térmicos o lo que se está estudiando en la actualidad, la sustitución de materiales tóxicos y contaminantes por materiales naturales y más sanos para los usuarios. Este enfoque compartimentado y en algunos casos, desactualizado, lleva décadas en la enseñanza se prolonga hasta hoy en día. Prueba de ello son los Planes de la Carrera, que demuestran tácitamente el hecho mencionado precedentemente (tanto a nivel de la Universidad de la República como en la privada), de una serie de asignaturas independientes que culminan con un título universitario (ver Planes de Estudio de ambas Universidades en el anexo). A propósito del tal hecho, es sumamente rescatable la postura de la UdelaR, que en el 2015 (con puesta en vigencia a partir del 2017), realizó un cambio radical en su Plan de Estudios, adicionando a las asignaturas tradicionales lo que le denominan “transversales”, siendo éstas instancias en donde el hecho arquitectónico se ve como una “unidad” y entonces se analizan varios ejes temáticos paralelamente (como la sustentabilidad, la eficiencia energética, el área de las tecnologías, de la construcción y de los acondicionamientos, de manera integral y en base a un proyecto particular, existente o en etapa de diseño). Vale resaltar que este nuevo Plan de alguna forma reconoce lo que se vino argumentando en el presente trabajo sobre la fragmentación en la enseñanza, encontrándose en etapa de prueba. De cualquier forma, habrá que esperar algunas generaciones de graduados para saber si la experiencia resultó satisfactoria; pero como acción inicial merece un reconocimiento especial.

En consecuencia, se entiende que existen aspectos deficitarios en la formación de los técnicos en aspectos trascendentales a la hora del diseño arquitectónico (por ejemplo, como realizar un correcto diseño de las aberturas que propicie una buena renovación de aire, o procurar una buena resolución de los detalles constructivos para evitar la tendencia a la formación de condensaciones y mohos), lo que a la larga se traduce en la imposibilidad de concebir una envolvente material en un escenario que incluya las cuestiones ambiental y de salud del usuario, con un criterio que incluya más que la cuestión económica en lo que a la elección de los materiales que la constituirán respecta. En esta misma línea, sería deseable la posibilidad de incluir equipos multidisciplinarios de investigación que aborden el estudio del problema desde varios ámbitos y enfoques, siempre con la óptica puesta en mejorar los niveles de vida de la sociedad como usuaria de la arquitectura. El concepto apunta a integrar disciplinas desde los primeros años de la educación terciaria para analizar el problema del hábitat humano con un enfoque más holístico, desde lo ambiental, la salud, la arquitectura, la botánica y la microbiología.

Destacando nuevamente el asunto de los Planes de Estudio, tal como se mencionó en los párrafos anteriores, la situación deficitaria detectada en la formación de los

arquitectos de la UdelaR no es un hecho que la ocupe a ella exclusivamente, sino que esta misma situación se ve replicada en la Universidad Privada (que comenzó sus actividades en este ramo hace apenas casi unos 20 años, y en la que no debería de tener injerencia ni la situación económica –presupuesto- ni la socio cultural –aumento exponencial del alumnado-). Tales circunstancias, unidas al hecho del tiempo transcurrido entre el desmembramiento de los cuerpos docentes y el momento actual, que debería haber permitido la recuperación de los mismos, así como al importante número de graduados anualmente que habilitaría tanto al ejercicio común de la profesión para satisfacer la demanda de edificios a ocupar como a la especialización destinada a contemplar aspectos de confort y medioambiente, parecerían proponer otro punto de vista del asunto. Ellas inducen a pensar que las carencias detectadas y señaladas en la formación de los profesionales tiene como causas, además de las ya citadas, una visión no evolucionada de continuar hasta la actualidad con los mandamientos del Movimiento Moderno, manifestaciones de una técnica productora de obras monumentales en donde primaban la forma, los espacios y sus funciones, y que perseguían otros fines que poco tenían relación con temas orientados al acondicionamiento energético, cuidado ambiental, confort y salud del usuario.

Tal situación de un incorrecto diseño y construcción de las envolventes inexorablemente redundará, luego de un determinado tiempo de uso del inmueble (y sumado a otros imponderables que son de responsabilidad del usuario, como por ejemplo el propiciar una buena renovación del aire interior), en que terminen produciéndose una serie de patologías constructivas como humedades por condensación, que propician como corolario, no solo una merma de la durabilidad de los materiales, sino favorecen una mala calidad de los ambientes interiores (cargados de agentes contaminantes como los mohos y sus micotoxinas, bacterias, ácaros). Finalmente, tal situación deriva y muchas veces en conjunción con emisiones de los propios materiales, en una afectación negativa importante de la salud de los usuarios (asma, rinitis, alergias de diversa índole, hasta problemas graves de salud –si se suceden otros factores simultáneamente como un organismo predispuesto para tal hecho-), convirtiendo el lugar donde se vive o trabaja, y donde se pasa la mayor cantidad de tiempo, en un edificio enfermo, insano, y enmascaradamente acogedor.

2.3 Síndrome del Edificio Enfermo⁷¹

2.3.1 Generalidades

En los últimos años, la arquitectura a nivel mundial ha tomado como uno de sus puntos de referencia, la consideración de la eficiencia energética de los edificios y del consecuente aumento del nivel de confort del usuario como una de las premisas y por ende, de las metas más trascendentes a lograrse.

Uno de los aspectos fundamentales a ser contemplados y cuyo logro es meta ineludible de los técnicos proyectistas y constructores, es el que refiere a la búsqueda de cerramientos apropiados y de una calidad de diseño y de ejecución tales, que hermeticen lo más posible los espacios interiores, minimizando o incluso eliminando los intercambios energéticos originados en el pasaje de aire a través de los mencionado cerramientos. Tales logros, muy positivos desde el enfoque de la eficiencia energética por los ahorros de energía obtenidos, tienen, o pueden tener de acuerdo a las costumbres de los usuarios, consecuencias muy negativas respecto a la calidad del aire interior de los locales.

Aparece entonces, una situación conflictiva respecto a las condiciones logradas en el interior de una construcción. Partiendo de la existencia de un edificio y un usuario en un escenario típicamente invernal, el arquitecto debería buscar (entre otros aspectos), el confort térmico del usuario con el mínimo consumo de energía. Para ello (además de otras medidas como proveer de una correcta aislación térmica de la envolvente), diseña las aberturas de tal forma de lograr una máxima reducción de las infiltraciones de aire, en definitiva, persiguiendo la estanqueidad de los locales. No obstante, tan situación no es estática, sino que muy por el contrario, evoluciona constantemente. El usuario genera vapor de agua de múltiples maneras: a través de sus mecanismos termoreguladores, actividades de aseo personal y doméstico, las acciones vinculadas a la cocción de alimentos, etc., y muchas veces hasta por los propios métodos de calefacción adoptados (combustión sin escape de gases al exterior)⁷².

Aparece entonces la necesidad del tratamiento del aire interior y, dado que una correcta ventilación cruzada (acción verdaderamente eficaz) no sería en principio, congruente con la hermeticidad de la que están dotadas las aberturas, deberá recurrirse indefectiblemente a medios mecánicos (tipo deshumidificadores y/o extractores). Ellos serán los encargados de reducir el contenido de vapor contenido en el ambiente,

⁷¹ El ítem 2.3 *Síndrome del Edificio Enfermo*, fue en parte extraído de la Tesis de Especialización de la misma autora de la presente investigación, adaptándolo al nuevo enfoque del problema planteado: SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envolventes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018. 237 p. [Disponible online] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

⁷² Según el Documento Técnico n° 30 sobre Humedad de Condensación en Viviendas de la Cámara Chilena de la Construcción (disponible online en <http://informatica.cdt.cl/documentos/eecs/manualdehumedad.pdf>), en la p. 33 se muestra la tabla 2.3. "Dióxido de carbono y vapor de agua generado por kilogramo de combustible", una estufa o cocina a gas licuado libera 2,50Kg de vapor de agua/Kg de combustible.

evitando así la posibilidad de que el mismo encuentre, durante su normal difusión hacia el exterior, el punto de rocío en alguna zona en el interior y/o superficie de los cerramientos opacos, generando indeseables condensaciones.

La conducta del usuario es de vital importancia ya que existen diversas pautas de comportamiento que resultan cruciales para el logro de resultados satisfactorios en este tema. En efecto, además de un uso consciente y racional de los deshumidificadores, deben tomarse estrictas precauciones en cuanto al tipo de calefacción a emplearse: la misma debe de ser siempre de tipo “seco”, ya sea por el combustible que provee la energía, o sea por los dispositivos de evacuación de gases al exterior con que cuente (tipo tiro balanceado). La permanencia de los gases mencionados en el interior de los locales da lugar, en conjunto con otros factores, a un aire cargado de contaminantes y a la aparición de patologías edilicias.

Las mencionadas patologías constructivas junto con el vapor de agua en exceso y la existencia y proliferación de microorganismos que ellos favorecen, derivan en la afectación de la salud del usuario de la construcción y a una situación conocida como Síndrome del Edificio Enfermo, ya definido en el *Capítulo 1: Introducción*, de la presente investigación.

Nótese que las afectaciones de la salud provocadas por este Síndrome, (en caso de ser de origen reumático o alérgico) tienden a desaparecer con el abandono del edificio por parte del usuario; pero pueden volverse crónicas o peor aún, resultar mortales en caso de tener un origen tóxico o de tratarse de individuos susceptibles por algún motivo (REY MARTÍNEZ, 2007). Tal el caso de las enfermedades producidas por determinadas micotoxinas liberadas por los mohos (tema desarrollado en el *ítem 2.6 Mohos y la salud*).

Dentro de los factores que provocan este síndrome se encuentran los contaminantes del tipo físico, biológicos y psicológicos. Respecto a los primeros, quedan comprendidos los referentes al discomfort térmico, los factores acústicos (ruidos, y vibraciones), los de iluminación, los provenientes de la radiación electromagnética), etc., con el agregado del factor subjetivo que aporta cada individuo. Los factores acústicos pueden afectar el sueño y el descanso, los de iluminación, generar estrés, mareos, vómitos, etc. El segundo grupo, el de los contaminantes biológicos, se encuentran los inconvenientes originados por las típicas enfermedades causadas por la presencia de mohos y bacterias en el ambiente, propiciados unos y otras por las condiciones ambientales de humedad relativa y temperatura interior. Las acciones sobre este planteo se centran fundamentalmente en dos planos: por un lado, en los parámetros del aire (HR, velocidad del aire, temperatura seca, etc.); por otro, en los parámetros propios del usuario (su edad, vestimenta, actividad, e incluso su susceptibilidad o predisposición) (REY MARTÍNEZ, 2007). Finalmente los inherentes a cuestiones psicológicas, refieren a los tipos emocionales, percepciones, sensibilidad, todos ellos capaces de tener efectos sobre la visión, audición, tacto, percepción de olores, etc.

Dentro del estudio general sobre contaminación ambiental que se ha mencionado se desarrollará especialmente lo relativo a los agentes contaminantes orgánicos o biológicos, dada su trascendencia y su directa vinculación con el tema central de la presente investigación.

2.3.2 Contaminantes biológicos: caso particular del efecto nocivo de las micotoxinas producto de los mohos (hongos miceliales o filamentosos).

Los agentes biológicos como tal vinculados a un hogar, pueden ser sub-clasificados en tres líneas: por un lado, los de origen vegetal (pólenes y esporas), por otro los de origen animal (ácaros, insectos), y finalmente los de origen microbiano (hongos -mohos y levaduras-, bacterias y virus, entre otros). A excepción de los insectos, son todos agentes contaminantes imperceptibles al ojo humano. Específicamente los mohos (hongos miceliales o filamentosos), contemplan en su ciclo de vida dos fases, una microscópica y otra macroscópica (dos fases, una vegetativa –micelio- y otro de fructificación como los conidios -más comunes-, respectivamente). Las esporas de mohos en suspensión en el aire, en conjunto con pólenes y demás material particulado, ingresan a los edificios de diversas formas. Viajan según orientación y velocidad del aire, pudiendo hallarlas hasta a 160km de su punto de origen (HESS-KOSA, 2011), esperando encontrar las condiciones ideales para su proliferación (típicamente ambientes con más de 50% de humedad relativa, poca o nula ventilación, zonas humedecidas -por condensación o filtración- y una diferencia de temperatura entre el aire y la superficie de los cerramientos muy grande. La manifestación macroscópica (observación a simple vista) de las colonias de mohos puede variar en tamaño, color y textura, de acuerdo a la especie de que se trate, haciendo que se generen ambientes pesados y con olor desagradable. Pueden crecer sobre paredes y cielorrasos, sobre elementos naturales como la madera, sobre alfombras y otros textiles. (HESS-KOSA, 2011).

El grado de afectación de cada individuo expuesto a la acción de estos contaminantes dependerá en gran medida de su predisposición fisiológica, y la buena o mala salud general que presente, además del tiempo de exposición y la concentración del elemento nocivo en el aire.

Algunos de los géneros más comunes y peligrosos de mohos que proliferan en los interiores de los edificios son *Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp. (HESS-KOSA, 2011). Todos ellos se nutren de diversos materiales, necesitan distintas condiciones para subsistir y generan efectos nocivos en la salud de diverso tipo. Por ejemplo, el género *Alternaria* spp., crece en alfombras, textiles naturales y en zonas donde existe presencia de mucha cantidad de agua (como duchas o puntos de rotura de alguna cañería), su colorimetría comúnmente es entre verde grisácea, marrón e incluso algo negruzca, y las afectaciones que puede producir con sus micotoxinas son Síndrome tóxico por polvo orgánico (neumonitis por hipersensibilidad), alergias, rinitis y asma (Common Mold Library [Disponible online] <http://www.nationlabs.com/resources/mold-library/> [Consulta octubre 2017]). Otro, el género *Penicillium* spp., prolifera en materiales de construcción en general, su aspecto es generalmente algodonoso-veloso y con un color en general verde azulado, grisáceos e incluso blanquecino; pudiendo producir en el usuario las mismas enfermedades del género anterior e incluso otras como la neumonitis (Common Mold Library [Disponible online] <http://www.nationlabs.com/resources/mold-library/> [Consulta octubre 2017]).



Figura 20: Esporas típicas del género *Alternaria* sp, que crece habitualmente en lugares con mucha humedad como duchas, debajo de fregaderos o donde ingresó o filtró agua proveniente del exterior o de una rotura de instalación sanitaria

Fuente: <http://microbiologiayepidemiologia.blogspot.com.uy/2012/06/alternaria-sp-aspergillus.html>



Figura 21: Conidióforo de *Aspergillus* sp.

Fuente: <http://www.nationlabs.com/resources/mold-library/>

Algunos expertos en la materia, como el Dr. Carlos Senent, Doctor en Alergología, en su informe “*Alergia a la humedad: ¿qué son los hongos y cómo evitarlos?*” dice respecto a las enfermedades pulmonares y alérgicas:

“el diagnóstico de estos procesos no es fácil y debe estar en manos del alergólogo, quién se basará en la historia clínica, las pruebas cutáneas, el análisis de la presencia de anticuerpos de la clase IgE en el suero del paciente frente a los hongos, y en raros casos en pruebas de provocación (conjuntival, nasal o pulmonar)” (SENENT, [Disponible online] <http://alergiafbbva.es/los-responsables-de-la-rinoconjuntivitis-y-el-asma-alergicas/9-alergia-a-la-humedad-%C2%BFque-son-los-hongos-y-como-evitarlos/> [Consulta diciembre 2017])

Una de las especies de moho tóxico más nocivas que crecen en los ambientes de nuestros edificios es del género *Aspergillus* sp., existiendo también infinita variedad de especies del mismo. En general, diferentes especies de mohos producen en el ser humano dolencias o afecciones de carácter menor, como rinitis, alergias nasales y cutáneas, irritación en las mucosas, dolores de cabeza, sensación de fatiga y cansancio,

sensación de discomfort térmico (se siente un ambiente húmedo y frío), así como problemas respiratorios y reumáticos). Sin embargo, en personas con antecedentes de enfermedades graves pulmonares así como pacientes inmunosuprimidos por algún motivo o con enfermedades tumorales (aunque se encuentren en tratamiento), los efectos nocivos pueden ser más graves y hasta letales (generando por ejemplo, la enfermedad llamada Aspergilosis) (ELIMINAR EL MOHO [Disponible online] <http://eliminar-moho.org/aspergillus> [Consulta diciembre 2017]). Esta especie, puede crecer, además, dentro de los equipos de aire acondicionado (que no estén debidamente mantenidos y limpios, al igual que la *Legionella*, agente biológico de origen animal) (REY MARTÍNEZ, 2007). La Aspergilosis, enfermedad pulmonar aguda, puede darse bajo tres formas distintas, cada una de ellas con distinto grado de riesgo en el humano: por un lado, podría generar alergia en el paciente asmático; por otro, ingresar la espora a través del sistema respiratorio y proliferar una colonia a nivel del tejido pulmonar (desarrollando una suerte de tumoración); y finalmente una neumonía infecciosa invasiva, que podría comprometer otros órganos del cuerpo (MEDLINEPLUS. [Disponible online] <https://medlineplus.gov/ency/imagepages/17263.htm> [Consulta diciembre 2017]).

A continuación, se aprecia una infografía de un pulmón con Aspergiloma y otra de Aspergiloma invasivo en el cérvix de una mujer con cáncer.



Figura 22: Aspergiloma pulmonar

Fuente: <https://medlineplus.gov/ency/imagepages/17263.htm>



Figura 23: “Aspergilosis angioinvasiva en una mujer de 86 años con carcinoma de cérvix y neutropenia grave secundaria a tratamiento con quimioterapia”

Fuente: <http://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-articulo-las-diferentes-manifestaciones-aspergilosis-pulmonar--S003383381300221X>

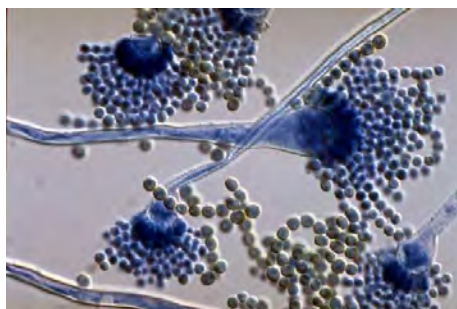


Figura 24 Micrografía de conidias de *Aspergillus* sp.

Fuente: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/en/node/2780>



Figura 25 Cultivo de *Cladosporium* sp. Usualmente prolifera en tejidos como alfombras y elementos de madera (caso piezas de estructura)

Fuente:

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=100835&inpopup=1>

Una vez aparecen los síntomas de la patología, el paso siguiente es intentar erradicarlos o al menos mitigarlos. Las tareas de remoción de mohos requieren mano de obra especializada y un conocimiento técnico en profundidad sobre los productos a utilizar y los procedimientos a seguir. De ninguna forma deberían de ser encarados por el usuario o por personal inexperto no solo por los resultados de la limpieza en sí, sino sobre todo, por la necesidad de garantizar condiciones de seguridad durante y posterior a la remoción. Ante el riesgo de aplicar sustancias que sólo decoloran a los mohos sin eliminarlo, es necesario ceñirse a las prescripciones de las regulaciones específicas sobre el caso.

En este sentido, diversos son los organismos internacionales que disponen recomendaciones a tales efectos. Por ejemplo, en el Institute of Inspection, Cleaning and Restoration Certification (IICRC) de USA, con sus normas ANSI / IICRC S500-2015. *Standard and Reference Guide for Professional Water Damage Restoration* y ANSI / IICRC S520-2008. *Standard and Reference Guide for Professional Mold Remediation*,

recomienda que, dependiendo del nivel de invasión con que las colonias de mohos se encuentran dispersas en las superficies de los cerramientos, se utilicen detergentes neutros y luego sustancias antifúngicas en diferentes concentraciones. Para casos más complejos e invasivos, se deberá utilizar un biocida del tipo no oxidante (como las sales cuaternarias de amonio o el dióxido de titanio) que se encargan de destruir a los organismos desde el punto de vista celular. Debe destacarse que estos productos son lo que contienen los fungicidas y pinturas antihongos disponibles en el mercado, y que su efectividad lógicamente dependerá de la concentración en la que se encuentren, así como de las características físicas y químicas del material de construcción –porosidad y composición de los mismos- (Biocidas [Disponible online] <https://www.lenntech.es/biocidas.htm> [consulta: diciembre 2017])

Según la norma UNE 100030, los biocidas son:

“Toda sustancia o mezcla, en la forma en la que se suministra al usuario, que esté compuesta por, o genere una o más sustancias activas, con la finalidad de destruir, contrarrestar o neutralizar cualquier organismo nocivo, o de impedir su acción o ejercer sobre él un efecto de control de otro tipo, por cualquier medio que no sea una mera acción física o mecánica (...)” (UNE 100030, 2017, p. 7)

Este tipo de biocidas no oxidantes son los que se utilizan también en hospitales (denominados también “sanitizantes” o “desinfectantes”), para la desinfección de locales especiales como quirófanos o salas limpias. Vale aclarar, que este tipo de sustancias son agresivas y altamente perjudiciales para la salud si no se utilizan con los debidos protocolos y medidas de seguridad. (REY MARTÍNEZ, 2007). No obstante, a nivel edilicio, en el que entra en juego el tipo de sustrato, su porosidad y rusticidad de la superficie, así como su composición, los métodos de remoción/erradicación utilizados a nivel de laboratorio no son extrapolables a dicha situación.

Otro aspecto fundamental previo a comenzar con las tareas de remoción consiste en la provisión y correcto funcionamiento de todos los sistemas de seguridad y equipos de protección personal necesarios a efectos no solo de garantizar una buena calidad del aire interior y una buena salud del operario durante dichas tareas, sino también una buena salud del usuario post remoción. En este sentido, es de vital importancia que, en función de la situación invasiva de la que se trate, el operario cuente mínimamente con guantes de látex, máscara con tecnología de filtración de partículas N-95, y gafas de seguridad. Si se tratase de mohos proliferados en un área mayor a 1m², entonces además deberá utilizar ropa de trabajo enteriza (tipo mameluco) y zapatos de seguridad. Todos estos elementos de protección personal, así como los utilizados para la tarea (como esponjas, trapos, cubetas, etc), deberán ser descartados en una bolsa para desechos de material biológico, que deberá estar debidamente identificada. Es aconsejable también, previo a la ocupación del usuario, suministrar ventilación cruzada acorde a protocolos (según ASHRAE Standard 62.1⁷³), así como la limpieza con aspiradora industrial con filtro HEPA (para liberar el aire material particulado de todo tipo) y de carbón activo (para desodorizar) (IICRC - ANSI / IICRC S520-2008. Standard and Reference Guide for Professional Mold Remediation, 2008)

⁷³ ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2016. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. USA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2016.

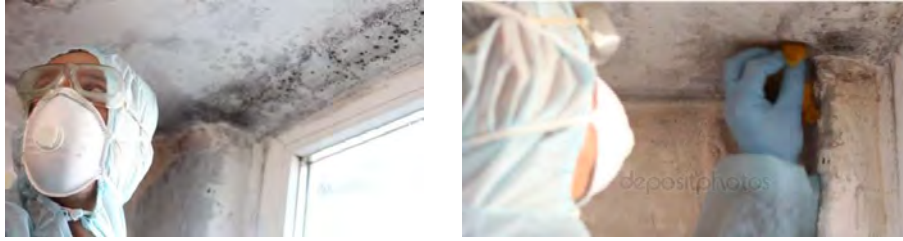


Figura 26: Remoción de mohos en caso de proliferación invasiva.

Fuente: <https://sp.depositphotos.com/191368532/stock-video-mold-cleaning-services-mold-professional.html>

Téngase en cuenta, que las recomendaciones precedentes están previstas para cerramientos de mampostería tradicional, que además se encuentran en buen estado de conservación (firmes y sin fallos estructurales). Por tanto, será inviable para materiales porosos, o de escasa dureza (como placas de yeso) o material orgánico (como madera), que deberán ser sustituidos completamente por un material nuevo (IICRC - ANSI / IICRC S520-2008. Standard and Reference Guide for Professional Mold Remediation, 2008)

2.4 Reino Fungi

2.4.1 Generalidades

Los mohos (hongos miceliales o filamentosos) son organismos pluricelulares, eucariotas, que pertenecen al Reino Fungi. La clasificación de los mismos, en general, se realiza o bien a partir de su morfología (macro y micromorfología), su fisiología y características genéticas. En este sentido, se distinguen cuatro grupos o “filos” denominados: Deuteromicetes (fungi imperfecti), Zygomycetes, Ascomycetes y Basidiomicetes. (REINOSO, Enso. ROMERO, María. REINOSO, María. 2019) En la actualidad es posible realizar esta clasificación gracias a los procedimientos de biotecnología, como la secuenciación de ADN. Como datos anecdóticos, por un lado, el filo Ascomycota es el que contempla mayor cantidad de mohos clasificados: más de 30.000 (NABORS, Murray. 2006), con una gran cantidad de especies del género *Aspergillus* spp. incluidas en este grupo. Muchas especies de este género producen aflatoxinas, sustancias altamente tóxicas para el usuario si son inhaladas en el interior de los edificios. Por otro lado, el género *Penicillium* spp., también perteneciente a este filo, contempla algunas de las especies responsables de producir la penicilina, sustancia beneficiosa para el tratamiento de enfermedades bacterianas en el ser humano (NABORS, Murray. 2006). No obstante, —este género también libera al ambiente sustancias nocivas para el usuario, tales como la Ocratoxina A, Patulina, entre otras (INSHT, Databio, *Penicillium* spp.).

Respecto al filo Basidiomicetes, en esta clasificación están comprendidas entre otras, las setas -vulgarmente conocidos como hongos de sombrero- (comestible en algunos casos y tóxico en otros).

Los mohos, desde el punto de vista de su nutrición, también pueden clasificarse en saprófitos, desarrollándose en base a materia orgánica muerta ya que son heterótrofos; parásitos a partir de huéspedes vivos o depredadores. (NABORS, Murray. 2006)

Durante su reproducción, de tipo sexual y/o asexual, se producen miles de esporas microscópicas que sirven para dispersar la especie a otras regiones (favoreciendo que la misma se perpetúe, debido a que resisten condiciones muy desfavorables de temperatura y humedad) (NABORS, Murray. 2006) Se podría decir que es el caso análogo de la polinización que las abejas realizan con las especies florales. Según HESS-KOSA (2011), una colonia pequeña de mohos (hongos miceliales o filamentosos) puede liberar al aire más de 30 billones de esporas al día, en un intento por diseminar la especie hacia otros territorios.

Por otro lado, basado en la tolerancia a la temperatura, se los puede clasificar en mesofílicos, psicofílicos ó termofílicos: los primeros, crecen en un rango de temperaturas óptimas de entre 10°C – 40°C; los segundos, se desarrollan en temperaturas bajas de entre 0°C y 10°C; y los terceros, son mohos que crecen con temperatura mínima mayor a 20°C y máxima mayores a 50°C. Dentro de este tipo, se puede encontrar otro sub-grupo, los termotolerantes, especies que crecen estrictamente en un rango de entre 20°C a 50°C. La mayoría de los mohos aislados de ambientes interiores resultan ser del tipo mesofílico. Los del tipo termotolerantes, son los que

crecen dentro de los sustratos de los materiales, e incluso en las cámaras de aire de los muros dobles de mampostería, cuando existen altas temperaturas debida a la inercia y problemas de humedad relacionada con condensación o capilaridad (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth, 2005).

Finalmente, basado en el requerimiento mínimo de actividad de agua en el sustrato (A_w) para su crecimiento, los mohos pueden clasificarse en xerofílicos, mesofílicos o hidrofílicos; según las colonias requieran una A_w mínima para su crecimiento ($A_w < 0.8$), o un nivel de A_w entre 0.8 y 0.9, ó valores de A_w elevados ($A_w > 0.9$), respectivamente. (FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert. 2017). Dentro del primero, se incluyen por ejemplo *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus candidus*, o *Aspergillus sidowii*; dentro del segundo, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* spp., *Penicillium crysogenum*, entre otros; y finalmente en el último grupo, se encuentran *Rhizopus* spp. *Trichoderma* spp., *Botrytis cinerea*, *Stachybotrys chartarum*, etc. (FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert. 2017)

2.4.2. Estructura, transporte, ciclo de vida

La estructura básica de un hongo filamentosos está compuesta por un cuerpo denominado thallo o micelio, compuesto por hifas, cuya agrupación da origen a largos filamentos; cuya red o entramado da origen a una colonia que se hace visible macroscópicamente. Estas hifas internamente pueden contener septos (una suerte de pared que subdivide estas ramificaciones y las separa en varias células); o pueden no tener septos (en cuyo caso se denominan cenocíticas) (REINOSO, Enso. ROMERO, María. REINOSO, María. 2019). En su ciclo de vida, un hongo puede tener una o varias células, por ejemplo, el caso de las levaduras unicelulares y hongos filamentosos (mohos) multicelulares.

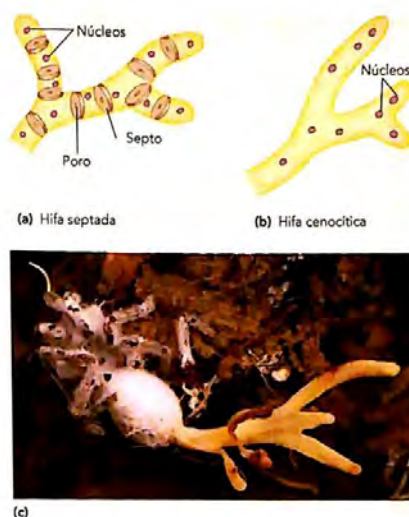


Figura 27: Hifa septada (a), hifa cenocítica (b) y micelio de un hongo filamentosos (c)

Fuente: NABORS, Murray. *Introducción a la botánica*. España: Prentice Hall. 2006. 712p. ISBN: 0-805-34416-0. P. 459.

Por otro lado, las paredes celulares de los mohos contienen sustancias como quitina, polímero de glucosa nitrogenada y muchos de ellos, glucanos; éstas últimas sustancias potencialmente peligrosas para la salud humana (NABORS, Murray. 2006)

Las esporas, unidades básicas reproductivas de los mohos (BAILEY, Hollace. 2005), se encuentran en suspensión en el aire, ingresando en la generalidad de los casos, a nuestros edificios mediante cualquier zona donde existen infiltraciones, ventilación natural o por renovaciones de aire de carácter higiénico. Según SAMSON, R.A., VAN REENAN-HOEKSTRA, E. S., FRISVAD, J. C., Y FILTENBORG, O. (2000), incluso pueden llegar a ingresar en la ropa, zapatos, comida y plantas. Asimismo, si se utilizan materiales contaminados con mohos en alguna etapa de la construcción/rehabilitación del edificio, es muy factible que algunos géneros (especialmente *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp. o *Penicillium* spp.) ingresen de esta forma al ambiente interior (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth. 2005). Esta es la etapa del ciclo de vida de los mohos en la que es imperceptible al ojo humano. El tamaño de las esporas de los mohos en general es de 1 a 20µm, siendo específicamente el de los mohos de ambientes interiores, un tamaño entre 1 a 10µm (NABORS, Murray. 2006)

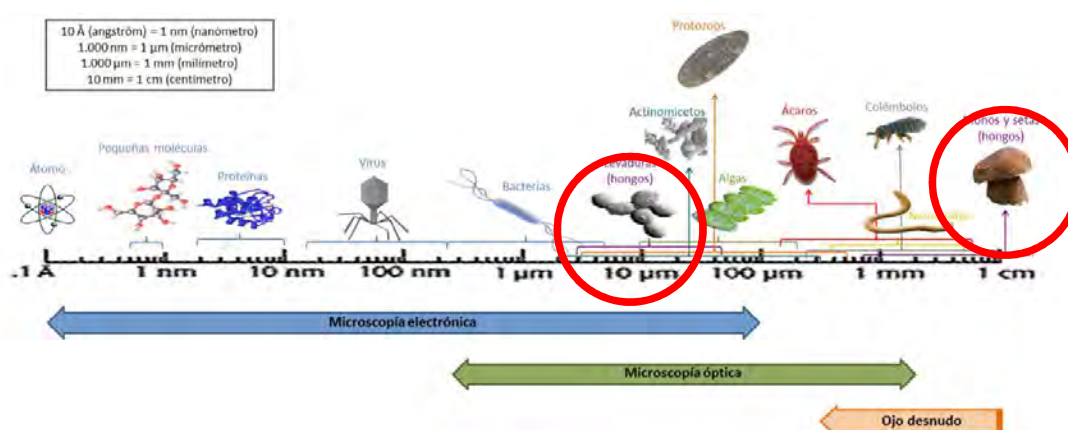


Figura 28: Tamaño de los microorganismos – mohos y setas señaladas-

Fuente: <https://agrologia.wordpress.com/2015/06/29/el-tamano-de-los-microorganismos/>

Estas esporas en suspensión, se encuentran esperando el microclima ideal para germinar -esto es en general, agua contenida en el material superior al 20%, humedad relativa interior superior al 55-60%, temperatura entre 20 y 25°C, y nutrientes de donde alimentarse- (MONJO CARRIÓ, 2010). A partir de ese momento, pasan a la fase de reproducción en la que se tornan macroscópicos, ahora sí “visibles” al ojo humano. La especie de moho que crecerá dependerá del tipo de nutriente que encontró (llámese “nutriente” a cualquier sustrato edilicio, material orgánico, tejido sintético, etc), así como las condiciones del aire (temperatura, humedad relativa disponible), la actividad de agua disponible en el material, la cantidad de luz y el nivel de pH (ver ítem 2.5.8 *Factores que propician el crecimiento de mohos en los edificios*). Los mohos (hongos miceliales o filamentosos) son de los pocos seres vivos cuya nutrición se basa en la absorción de su alimento y no en la ingestión del mismo. Para absorber los nutrientes aptos para crecer activamente, liberan enzimas que degradan al material donde se instalaron

(transformándolas de estructuras más complejas a menos complejas), generando como consecuencia la degradación del mismo. En base a este tipo de nutrición, los mohos son clasificados como organismos heterótrofos (NABORS, Murray. 2006) Las células fúngicas además de su metabolismo primario (para su ciclo biológico) producen metabolismo secundario, liberando Compuestos Orgánicos Volátiles (responsables del característico “olor a humedad”); y en otros casos, dependiendo de la especie y del nutriente disponible, segregan metabolitos secundarios tóxicos, reconocidos como micotoxinas, altamente peligrosas para la salud del usuario. Los primeros, son sustancias tales como alcoholes, bencenos, aldehídos, entre otros (sustancias que normalmente están presentes en los ambientes interiores por ser liberadas por materiales inorgánicos como pinturas, revestimientos y mobiliario); altamente nocivos para el hombre. Estos MVOCs, actuando en sinergia con las micotoxinas, son los responsables de los problemas de salud de diversa gravedad que generan los mohos en el usuario. (ANSI / IICRC S520-2008, 2008)

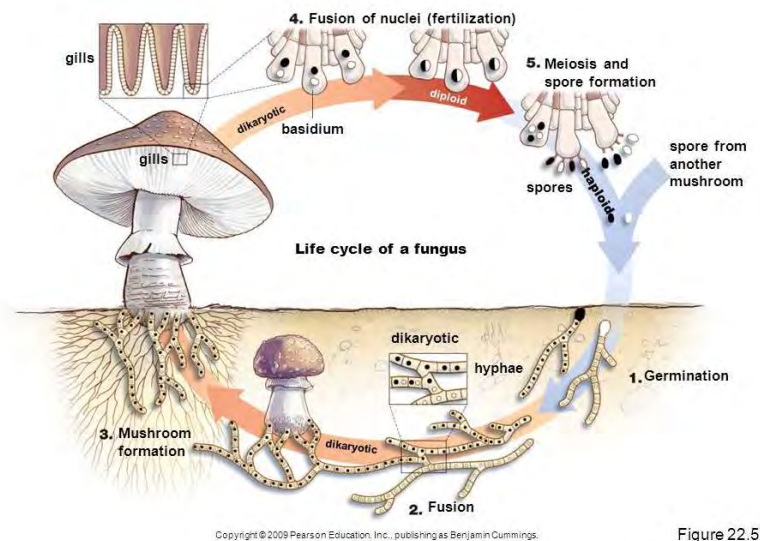


Figura 29: Ciclo de vida de un moho de la clase Basidiomycetes.

Fuente: <https://slideplayer.com/slide/4246072/>

2.4.3 Metabolismo de los mohos: micotoxinas y MVOCs

Las micotoxinas y los compuestos orgánicos volátiles de origen microbiano (MVOCs), como sub-productos del metabolismo de los mohos en su proceso de nutrición, son sustancias químicas potencialmente peligrosas para el usuario según su tiempo de exposición y concentración, el tipo de nutriente, humedad y nivel de pH encontrados, la forma de ingreso al organismo (vía sistema respiratorio, digestivo ó tegumentario), así como lógicamente, la predisposición o susceptibilidad del propio sujeto a la sustancia y de la especie de hongo filamentosos del que se trate. Una especie puede ser productor potencial de un tipo de micotoxina, pero dependiendo del sustrato, cantidad de agua disponible, así como del pH, puede o no liberarla al ambiente interior (VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. 2016). Esto hace más complejos los estudios epidemiológicos y

de evaluación microbiológica interior, por cuanto no solo se debiera de evaluar a los mohos visibles macroscópicamente, sino también tomar una muestra de aire a efectos de, por un lado, cuantificar las esporas en suspensión por m3, así como por otro, el tipo y concentración de micotoxinas y MVOCs en el mismo.

FRISVAD, define a estos metabolismos secundarios como “*pequeñas moléculas producidas durante procesos químicos y morfológicos deferenciales, que son secretadas, depositadas y acumuladas en las paredes celulares*” (VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. 2016. Capítulo 1, p. 11)

La exposición a micotoxinas fúngicas tiene diversos impactos negativos en la salud humana, lógicamente dependiendo del tipo de micotoxina de la que se trate. Entre los síntomas básicos se encuentran náuseas, vómitos, dermatitis, dolor de garganta, fatiga, diarrea, entre otros.

A continuación, se expone un listado de las micotoxinas producidas por los mohos más comunes en interior de los edificios:

Mycotoxins Associated with Certain Fungi³

Fungus	Mycotoxin
<i>Acremonium</i> spp.	Cephalosporin (antibiotic)
<i>Alternaria alternata</i> and <i>Phoma sorghina</i>	Tenuzoic acid
<i>Aspergillus clavatus</i>	Cytochalasin E
	Patulin
<i>Aspergillus favus</i> and <i>Aspergillus parasiticus</i>	Afatoxins
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Fumitremorgens
	Glutotoxin
<i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> , and <i>Cochliobolus sativus</i>	Sterigmatocystin
<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Penicillium verrucosum</i> , and <i>Penicillium viridicatum</i>	Ochratoxin A
<i>Cladosporium</i> spp.	Epicladosporic acid
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	Cladosporin and emodin
<i>Claviceps purpurea</i>	Ergot alkaloids
<i>Fusarium graminearum</i>	Deoxynivalenol
	Zearalenone
<i>Fusarium moniliforme</i>	Fumonisin
<i>Fusarium poae</i> and <i>Fusarium sporotrichoides</i>	T-2 toxin
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Penicillin (antibiotic)
<i>Penicillium crustosum</i>	Penitrem A
	Roquefortine C
<i>Penicillium expansum</i>	Citrinin,
	Patulin,
	Roquefortine C
<i>Penicillium griseofulvum</i> and <i>Penicillium viridicatum</i>	Griseofulvin
<i>Pithomyces chartarum</i>	Sporidesmin
	Phylloerythrin
<i>Stachybotrys chartarum (atra)</i>	Satratoxins,
	Verrucarins,
	Roridins,
	Stachybotrins
<i>Tolypocladium infatum</i>	Cyclosporin (antibiotic)

Tabla 1: Tabla con las micotoxinas producidas por los mohos más comunes en el interior de edificios.

Fuente: VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. *Environmental Mycology in Public Health: Fungi and Mycotoxins Risk Assessment and Management*. USA: ELSEVIER. 2016. 458p. ISBN: 978-0-12-411471-5 ; p. 120.

Así, por ejemplo, los Tricotecenos producidos por los géneros *Acremonium* spp., *Trichoderma* spp., entre otros, producen típicamente dolor de cabeza, de garganta, pérdida de cabello, síntomas similares a los de una gripe; y en concentraciones peligrosas y pacientes inmunosuprimidos, se pueden llegar a dar complicaciones con enfermedades más complejas (HESS-KOSA, Kathleen. 2011). Las del tipo aflatoxinas, ya son sustancias más peligrosas, posibles carcinogénicas, y la exposición a las mismas puede ser potencialmente mutagénica (INSHT. NTP 351: *Micotoxinas (aflatoxinas y tricotecenos) en ambientes laborales*). Por ejemplo, las aflatoxinas producidas por el género *Aspergillus* spp., son perjudiciales para la salud del hígado, ya que producen cáncer en este órgano (INSHT. NTP 802, 2008)

En contraposición, otras micotoxinas como la penicilina, secretada por el género/especie *Penicillium chrysogenum* (sintetizadas en laboratorio pero no en su estado natural en el aire de los interiores de edificios), son muy beneficiosas para su aplicación en la medicina, como antibiótico para tratar las enfermedades de origen bacteriano.

Respecto a los MVOCs, según VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. (2016), muchos investigadores han llegado a la conclusión de que tienen el mismo efecto negativo en la salud que los VOC emitidos por sustancias químicas inorgánicas (como materiales de construcción en general –pinturas y revestimientos derivados del petróleo-, mobiliario, etc). Al igual que en el caso de las micotoxinas, el tipo de MVOCs secretado depende de la especie de los mohos, factores ambientales interiores y el sustrato del que se está nutriendo. Estas sustancias son las responsables del característico “olor a humedad” en el interior de los edificios, de modo que es un indicador de que aunque éste se encuentre oculto, existen mohos creciendo activamente, ya que se está nutriendo del material donde se instaló. A continuación, se presenta una lista de los MVOCs más comunes hallados en el interior de ambientes, describiendo en muchos casos, su olor característico:

Listing of Mold Volatile Organic Compounds²⁻⁷

Compounds	Characteristic Odor
1-Octen-3-ol ^{2,4-7}	musty, mushroom-like
2-Methyl-1-butanol ^{3,4,7}	
2-Methyl-2-butanol ^{6,7}	
2-Methyl-1-propanol ^{3,4}	
2-Octen-1-ol ^{4,5,6}	weedy
2-Pentanol ⁴⁻⁷	
3-Methyl-1-butanol ^{3,6,7}	
3-Methyl-2-butanol ⁴⁻⁷	
3-Methylfuran ³⁻⁷	
3-Octanol ^{2,4,5,6}	nutty
3-Octanone ^{2,5-7}	sweet ester, metallic-like
1-Butanol ⁴	
Dimethyl sulfide ^{3,4}	
Geosmin (terpene) ^{3,4,5,7}	earthy
2-Heptanone ⁴⁻⁷	
2-Hexanone ⁴⁻⁷	
2-methyl-isoborneol ^{5,6}	
2-isopropyl-3-methoxypyrazine ³⁻⁷	
1-Octanol ⁷	
1-Pentanol ⁷	
2-Pentylfuran ⁷	
Furan ⁷	
2-Butanone ⁷	
3-Methylfuran ⁷	
2-Ethyl-1-hexanol ⁷	

Tabla 2: Tabla con los MVOCs más comunes producidas por los mohos en el interior de edificios.

Fuente: VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. *Environmental Mycology in Public Health: Fungi and Mycotoxins Risk Assessment and Management*. USA: ELSEVIER. 2016. 458p. ISBN: 978-0-12-411471-5 ; p. 164

2.5 Mohos (hongos miceliales o filamentosos) en los edificios

2.5.1 El rol del agua en la proliferación de los mohos

El agua en sus distintas fases, es responsable de la mayor parte de las patologías edilicias que se suceden durante toda la vida de los edificios por cuanto:

En estado gaseoso, genera atmósferas o condiciones ambientales interiores que, junto con otros factores, posibilitan la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire. En este sentido, como la “cantidad de agua” disponible no es excesivamente grande, según FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert (2017) proliferarán las especies del tipo xerofílicas, las cuales están asociadas a baja actividad de agua, o lo que es lo mismo, a la humedad ambiental.

En estado líquido, es responsable del desmedro físico de los materiales de los sustratos ya que, cuando éstos se encuentran saturados, manifiestan síntomas y cambios en su estructura física (como desconchados, disgregación y ampollamiento) que van en detrimento de su buena conservación. Asimismo, al igual que en estado gaseoso, según FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert (2017) propicia la proliferación de los mohos, en este caso, de especies más del tipo hidrofílicas, por la cantidad de agua disponible.

Finalmente en estado sólido, también compromete la integridad física de los materiales pues, cuando el agua se encuentra contenida en ellos gracias a su porosidad e higroscopía, si las temperaturas exteriores llegasen a ser muy bajas o incluso negativas, se puede dar lugar al congelamiento de la misma, propiciando la rotura de los materiales de construcción.

En el *ítem 2.5.5 Los puentes térmicos, la condensación y “el efecto de la pared fría”* de la presente investigación, se desarrollan las causas y efectos del agua en sus estado gaseoso; así como en el *ítem 2.5.7 Factores que propician el crecimiento de mohos en los edificios* se desarrolla todo lo referido al agua como agente favorecedor de la proliferación de mohos.

2.5.2 La ventilación y la importancia de la renovación del aire

Tal como se mencionó en capítulos anteriores, la energía necesaria para el desarrollo de la humanidad y para satisfacer las necesidades de confort del usuario (confort en sus distintas connotaciones de acuerdo a la época), gozó de gran disponibilidad en la mayor parte del siglo XX, hasta la década de los años 70, cuando la gran crisis energética encendió las alarmas. Nació la preocupación por el consumo desmedido, la finitud de las reservas y la contaminación ambiental, así como las consecuencias de estos temas. Esto dio lugar a la creación de convenios y acuerdos internacionales, como el Protocolo de Montreal, Protocolo de Kyoto, etc.

Considerando para las construcciones de ejecución actual una vida útil media de más de 50 años (YARKE, Eduardo. 2005), es previsible un desfase importante entre la misma y el aumento de los costos de la energía así como la aparición de nuevas y más restrictivas normativas y regulaciones relativos al tema. Además, a partir del inicio de la

segunda mitad del siglo pasado, como se mencionó, al primar el modelo de esta sociedad consumista, y al asignarse al equipamiento mecánico la total responsabilidad del control climático en el interior de los edificios, el diseño se centró en los aspectos puramente estéticos y funcionales, soslayando otros como la adecuada orientación, la implantación, la relación de vanos/lleos, el acondicionamiento térmico de los cerramientos, etc.

Esta gran crisis energética, produjo como primera reacción, la idea de hermetizar las construcciones evitando el intercambio con el aire exterior, llevando a su mínima expresión los intercambios energéticos interior-exterior. Tal actitud comenzó a producir al cabo de algún tiempo, primero el aumento de la humedad interior (generando ambientes “viciados” y con un aire “enrarecido”), luego la aparición de mohos, bacterias y diversos tipos de contaminantes interiores, y finalmente la afectación de la salud de los ocupantes (YARKE, Eduardo. 2005). Tales circunstancias y su estudio en profundidad provocaron, en las décadas finales del siglo pasado, la aparición de un nuevo concepto: el Síndrome del Edificio Enfermo (desarrollado en el ítem 2.3 *Síndrome del Edificio Enfermo*), el que a su vez en los finales del siglo, auspició primeramente en Europa, nuevas reglamentaciones que exigían notorios aumentos en las cantidades de aire intercambiadas entre interior y exterior de los locales.

El consumo energético del funcionamiento de un edificio se define en un casi 95% (YARKE, Eduardo. 2005) en la etapa del diseño. Esto implica una responsabilidad muy grande para el arquitecto encargado del proyecto y lo obliga a que, en un estudio concienzudo de las condiciones de confort durante su uso, el edificio deba de aprovechar al máximo las posibilidades naturales ofrecidas por el clima, dentro de las cuales se encuentra indiscutiblemente la renovación de aire a partir de la ventilación natural. Este punto no solamente estudiado con un enfoque en la eficiencia energética, sino también y al mismo nivel de preponderancia, con un enfoque en la calidad del aire interior, es decir, con fines higiénicos. Parecería entonces que la primera acción a tomar para retornar a los niveles higiénicos de aire interior requeridos es volver a la ventilación natural, apelando a este recurso gratuito que brinda la naturaleza a efectos de lograr los objetivos de confort térmico y de control de las condiciones ambientales interiores.

Entre los finales del siglo pasado y los primeros años del presente, pudo establecerse una relación entre las características constructivas y de diseño de los edificios de uso más general y la salud de sus ocupantes y/o usuarios que finalmente pasaban – entre oficinas, colegios (en un marco económico favorable), viviendas y otros, más del 90% (REY MARTÍNEZ, Francisco y VELASCO GÓMEZ, Eloy. 2007) de su tiempo en construcciones cerradas (en muchos casos herméticamente) y contaminadas. El denominador común de casi todos ellos eran esa estanciedad mencionada, la climatización mecánica que brinda una renovación escasa (si no nula) del aire interior, y el diseño de los cerramientos traslúcidos atendiendo mucho más a cuestiones de iluminación que a la ventilación.

Según YARKE, Eduardo (2005), se analizaron estadísticamente diversas patologías presentadas por los usuarios y ocupantes de esos ambientes así como los tiempos y períodos de permanencia de aquéllos en los mismos. Las conclusiones de estos estudios permitieron finalmente definir el Síndrome del Edificio Enfermo, que incluye la sintomatología presentada por al menos el 20% de las personas en estudio, caso

congestión o irritación nasal o de los ojos, picazón o sequedad de la piel, etc. Tales afecciones no son en general, y de momento, de carácter importante, aunque no se conocen sus consecuencias en el largo plazo.

Existen además de la baja cantidad de aire renovado otros elementos que pueden acrecentar este Síndrome, caso procedencia del aire exterior inyectado al ambiente, hábitos de los usuarios, materiales tóxicos, particulado y/o volátiles en suspensión, etc. Todos estos factores de riesgo así como sus consecuencias, se encuentran desarrollados en el ítem 2.3 *Síndrome del Edificio Enfermo* de la presente investigación.

Por tanto, los edificios provistos de sistemas de aire acondicionado con un nivel escaso (o muchas veces nulo) de renovación del aire interior, pueden representar un escenario inadecuado para la actividad humana por distintas causas. Por un lado, la presencia de contaminantes originados tanto en el exterior (donde se ubican las tomas) como causadas por los propios ocupantes o las actividades por ellos desarrolladas (tintas, pintura, fotocopiadores, el propio mobiliario, etc.), así como las provenientes de locales con actividades especiales (cocinas, laboratorios, etc.). Por otro lado, distinta calidad del aire en lugares muy cercanos, y también existencia importante de contaminantes biológicos (mohos, bacterias) que se posicionan en las mismas reparticiones del sistema mecánico instalado.

En esta línea de pensamiento, la ventilación natural parece ser entonces la herramienta idónea para alcanzar altos estándares de calidad en el aire interior de los edificios. Puede definirse *“La calidad del aire óptima como el aire libre de contaminantes que causen irritación, discomfort o enfermedades a los ocupantes”* (YARKE, Eduardo. 2005. p. 14). Así pues, un buen ejemplo de análisis y aplicación de los conceptos fundamentales en materia de ventilación natural con fines higiénicos es el Estándar ASHRAE 62-2001. Es una de las principales normas que rigen en el tema de la calidad del aire interior: la ventilación natural y los diversos valores de caudal para los distintos destinos de un edificio, minoración de los efectos adversos para la salud a causa de ambientes contaminados, etc. En este sentido, este Estándar recomienda un aporte mínimo de aire fresco (con función higiénica y para desodorizar), dependiendo del destino del edificio, de 25.5m³/persona/hora en salones de clase, 34m³/persona/hora y 42.5m³/persona/hora (este último obedeciendo a la necesidad de un aire lo suficientemente puro o libre de bioaerosoles capaces de generar en pacientes enfermos o susceptibles enfermedades graves –ver ítem 2.6 *Los mohos y la salud*-). En relación a estos valores, están las concentraciones de CO₂ en el aire, también reguladas por el mismo Estándar, cuya recomendación es un máximo de 1000 partes por millón a efectos de no generar afectaciones en la salud (INSHT. NTP 243)

2.5.3 La envolvente material del edificio: el rol de la barrera térmica, la barrera de vapor y la hidro repelente en relación a la humedad

En todo lo relacionado con el sello hidráulico de la envolvente edilicia, lo primero que se debe tener en claro es la diferencia entre la porosidad y capilaridad de un material por cuanto éstos, serán los responsables de la capacidad de absorción y/o succión del agua

al interior de los sustratos. Así, *“un poro puede definirse como un espacio tubular fino situado entre otras partes sólidas de material y en el que puede penetrar agua”* (GRATWICK, R.T. 1965. p. 39). Por otro lado, un capilar *“representa fisuras finas como los cabellos, o espacios muy pequeños entre dos superficies”* (GRATWICK, R.T. 1965. p. 23).

El agua tiene distintos efectos en los materiales según se trate de uno u otro. Por ejemplo, los mampuestos cerámicos macizos reducirán sus capacidades estructurales notoriamente. El ladrillo en sí no ofrece nutriente para el crecimiento de los mohos, pero sí los materiales en contacto con él, pudiendo su contenido de humedad generar condiciones óptimas para su crecimiento. Otro ejemplo son los morteros y revoques en general, que en base a su alta porosidad, son capaces de retener grandes cantidades de agua, de modo de generar luego de su saturación, efectos como el desconchado, desprendimiento y crecimiento de mohos. En materiales aislantes térmicos, dado su elevado contenido de aire, el agua condensada ocupará el lugar de la misma, haciendo perder sus capacidades como tal (ver ítem 2.5.5 *Los puentes térmicos, la condensación y “el efecto de la pared fría”*). Las pinturas, son otro ejemplo muy característico de la problemática de humedad contenida en sustratos: por la presión que ejercerá el agua del sustrato saturado intentando salir, la película será ampollada hasta su rotura. (IICRC, STANDARD S520, 2008). Finalmente, en materiales orgánicos como la madera, el primer síntoma es el hinchamiento de sus fibras, su pérdida de escuadra, y el posterior crecimiento de mohos. (GRATWICK, R.T. 1965)

El agua puede penetrar ya sea por gravedad (acción del viento en conjunto con la lluvia) o por capilaridad en presencia de una presión hidrostática. En este sentido, la forma que se tiene para evitar el ingreso de la misma al interior de los cerramientos es, o bien mediante repulsión en base a materiales hidrófugos (revistiendo los poros o los capilares), o bien mediante bloqueo, apelando al uso de materiales tipo geles que al contacto con el agua, se hincharán y bloquearán los capilares. En relación a los hidrófugos, antiguamente eran utilizados materiales orgánicos (como parafina) que por excelencia, apelaban a la repulsión del agua líquida. Sin embargo, eran materiales que con el tiempo se descomponían, dejando de funcionar como tal y por ende, favoreciendo la absorción o succión del agua a largo plazo. Actualmente, los materiales para la hidrofugación son de origen inorgánico, teniendo una durabilidad y performance con el transcurso del tiempo mucho mejor. Los hidrófugos, pueden ser utilizados como aditivos (y aplicarlos en todo el espesor del material) ó como capa final de revestimiento. Claro está que éste último es la peor opción por el hecho de que, si por algún motivo la superficie se viera afectada por tensiones (retracción de fraguado del mortero o dilatación térmica por falta de barrera térmica), las microfisuras, muchas veces imperceptibles al ojo, estarían permitiendo el pasaje de la lluvia al interior del sustrato.

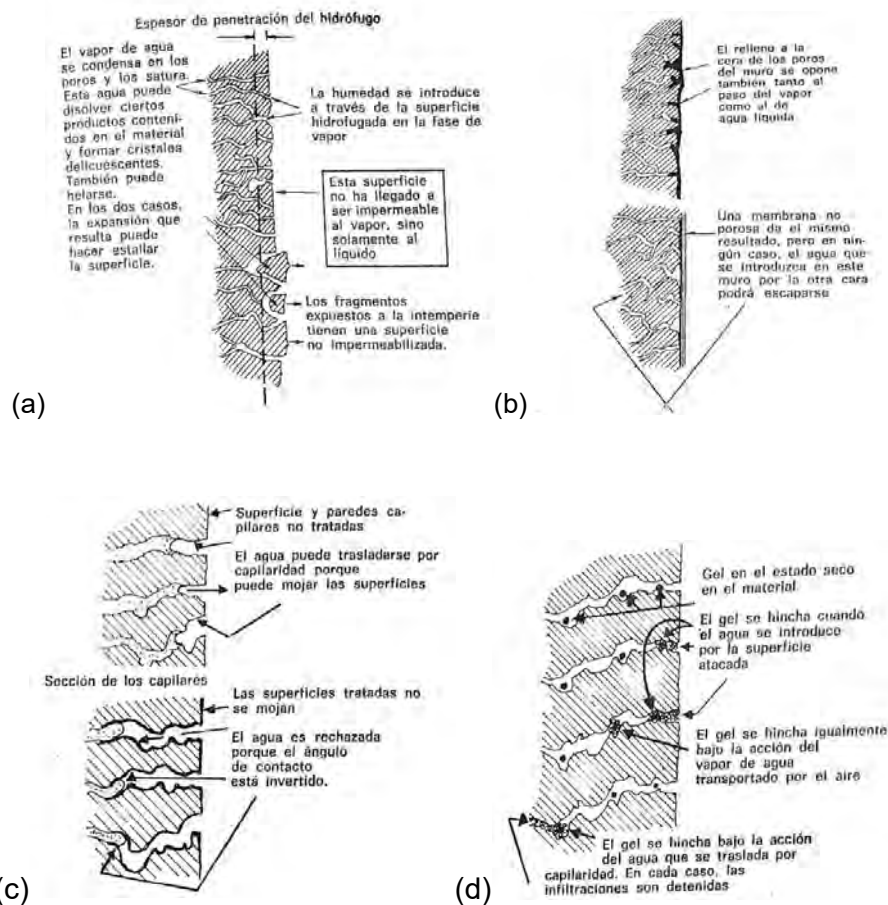


Figura 30: Revestimientos hidrófugos (a, b y); capilares tratados con revestimientos hidrófugos (c) y geles bloqueadores de capilares (d).

Fuente: GRATWICK, R.T. *La humedad en la construcción. Sus causas y remedios*. España. Editores Técnicos Asociados S.A. 1971. p. 41, 44, 116 y 118.

El mismo criterio corre por un lado, para la impermeabilización a nivel de cimentación, en que puede estar presente tanto la succión capilar como la presión hidrostática por parte del agua de las napas freáticas (dependiendo del tipo de fundación, su profundidad y el tratamiento de las primeras hiladas de muro en contacto con ella. Por otro, la impermeabilización de las azoteas, en las que se debe de fijar especial atención en la localización de la misma entre capas, ya que el asfalto (por definición), y más aún si son membranas con la inclusión de alma de polietileno y capa de terminación de aluminio, oficiarán asimismo de barrera de vapor. Por lo tanto, se deberá de realizar el estudio correspondiente para evitar que su rol se transforme en “trampa de vapor” y propiciar así condensaciones intersticiales (por más detalles ver ítem 2.5.5 *Los puentes térmicos, la condensación y “el efecto de la pared fría”*)

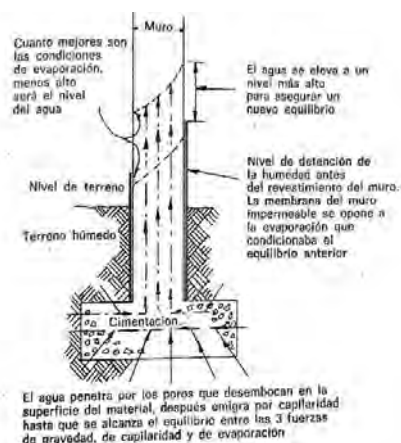


Figura 31: Esquema de humedad por ascensión capilar a través de la fundación.

Fuente: GRATWICK, R.T. *La humedad en la construcción. Sus causas y remedios*. España. Editores Técnicos Asociados S.A. 1971. p. 45.

En esta misma línea, la barrera térmica, trabajando en conjunto con la barrera de vapor, tienen la función fundamental de elevar la temperatura superficial del paramento interior (la primera), y de hacer más paulatina la difusión normal de los vapores hacia el exterior (la segunda), de modo de impedir que en algún punto del cerramiento se encuentre el punto de rocío y por tanto, se sucedan condensaciones superficiales o intersticiales. Al evitar dichas condensaciones, se evita la tendencia al crecimiento de mohos, así como el desmedro de los materiales por el humedecimiento de los mismos, así como los posibles desprendimientos, ampollados, desconchados y eflorescencias. Este tema se desarrolla con profundidad en el ítem 2.5.5 *Los puentes térmicos, la condensación y “el efecto de la pared fría”* y 2.5.6 *Variables termo-energéticas que tienen directa incidencia con la formación de condensaciones en los cerramientos*.

2.5.4 Los distintos tipos de humedad en la construcción

Dadas las características, manifestación macroscópica de sus síntomas, causas, tipología y localización, los diversos tipos de humedades que se producen en los edificios, pueden ser clasificados en: humedad capilar, de infiltración, de condensación, accidental y de obra. Cada una de ellas, si bien comparten las consecuencias que son el desmedro de los materiales, la formación de mohos y algunos de los síntomas (por cuanto todas son producto del efecto del agua en mayor o menor medida en los materiales de construcción), tienen causas bien diferenciadas.

En este sentido, y conforme a cómo se da la absorción del agua en los sustratos, si se pudiera realizar un corte trasversal a los cerramientos verticales, se podría observar un patrón característico del agua contenida en él, de cada tipo de humedad según su causa (Cámara Chilena De La Construcción, Documento Técnico N°30, 2012):

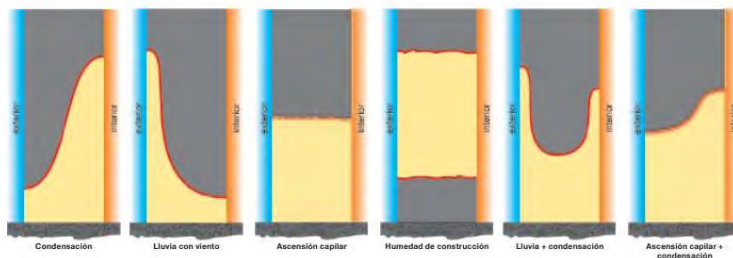


Figura 32: Esquema de manifestación del agua contenida en sustratos de acuerdo al tipo de humedad.

Fuente: CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN. *Documento Técnico n°30. Humedad por Condensación en Viviendas. Prevención y Soluciones*. Segunda Edición. CDT. Chile. 2012. P. 25 ISBN: 978-956-7911-19-6 [Disponible online]
<https://issuu.com/pfemenias.cl/docs/manual-de-humedadlink>

Humedad capilar.

También denominada “humedad de submuración”, es aquella que proviene de la absorción por capilaridad por parte de los sustratos (sobretudo tratándose de sustratos porosos como los materiales cerámicos), de las napas freáticas subterráneas. Entiéndase por lo tanto, como humedad capilar, según se define en la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, como:

“toda aquella que aparece en los cerramientos como consecuencia de la ascensión del agua a través de su estructura porosa. Es ocasionada por el fenómeno de la capilaridad, que consiste en el movimiento de un fluido a lo largo de un conducto longitudinal por efecto de la tensión superficial entre aquél y las paredes internas de éste” (Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, p. 81. Disponible online en https://higieneyseguridadlaboralcvts.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf)

Los materiales cerámicos con los que se ejecutan tradicionalmente los cerramientos verticales son ampliamente porosos y contemplan capilares de diámetro muy menor (según la ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN, p.83, llegando hasta los 0.001mm), por lo que se favorece la ascensión del agua hasta mayores niveles frente a otros materiales de construcción.

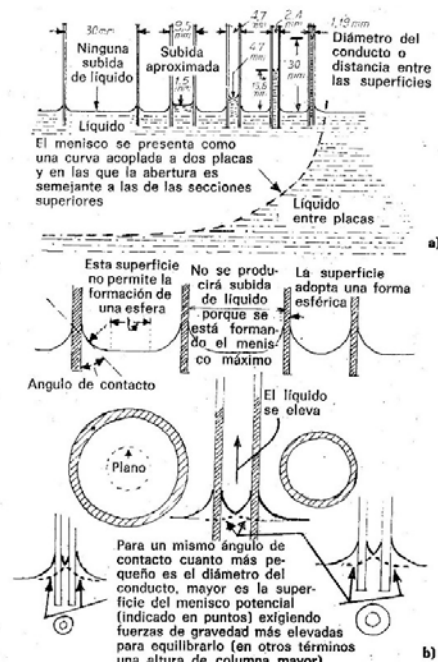


Fig. 12 a y b.— Los fenómenos capilares están más acentuados en los conductos y espacios estrechos cuando las superficies son mojables.

Figura 33: Fenómenos capilares.

Fuente: GRATWICK, R.T. *La humedad en la construcción. Sus causas y remedios*. España. Editores Técnicos Asociados S.A. 1971. P. 33

Su causa en una falla o la inexistencia del sello hidro repelente a nivel de cimentación y de las primeras hiladas de los muros. Específicamente, puede tratarse de succión capilar y/o presión freática, ambas causas distintas pero que culminan en la misma manifestación. De ello dependerá, si se cuenta con una cimentación superficial, semi profunda o profunda, por cuánto ésta queda por encima o por debajo de la capa freática del suelo (Cámara Chilena De La Construcción, Documento Técnico N°30, 2012). Probablemente es el tipo de humedad más sencilla de diagnosticar pero también la más difícil de solucionar, pues eliminar la causa implica apelar a métodos costosos y complejos de encauzamiento de las corrientes subterráneas, o de procedimientos eléctricos de cambios de polaridad de los muros (más aún si se trata de corrientes profundas o semi profundas); por lo cual se apela a la mitigación/erradicación de la misma una vez aparecido el síntoma, por medio de métodos de barrera puntual base siliconas y silicatos y la reposición de las barreras hidrófugas, que con el tiempo pueden dejar de tener efectividad y se los debe de aplicar nuevamente.

El patrón característico que describe la patología es su manifestación en todo el perímetro del edificio (incluyendo en tabiquería interior), a nivel de zócalos, afectando en principio solo a nivel de planta baja, muchas veces con el desmedro de los materiales hasta los 1.50m o 2.00m (ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN) sobre nivel de piso terminado. La ascensión del agua dependerá del grado de porosidad de los materiales constitutivos de los sustratos, y del diámetro de sus capilares.

Los síntomas de la patología se representan en base a desprendimiento del revestimiento (disgregación por heladicidad del revoque y pintura de terminación),

descascamiento hasta llegar a textura polvorienta del mismo, aparición de manchas blancas polvorientas en zonas puntuales que representan las eflorescencias salinas provenientes de las sales de los morteros y las aguas duras por encontrarse los sustratos absolutamente saturados, proliferación de colonias de mohos invasivas e incluso, si existe presencia de luz solar, afloramiento de biodeterioro. Lógicamente, el nivel de desmedro visible de los cerramientos así como la manifestación de los síntomas, dependerá de los materiales de terminación: por ejemplo, materiales orgánicos como revestimientos de madera, perderán su solidez y estabilidad; materiales porosos se descascarán y materiales vitrocerámicos como cerámicas se desprenderán.



Figura 34: Humedad capilar - con proliferación de mohos-. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2018]



Figura 35: Humedad capilar – vista de las sales por eflorescencias-. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [noviembre 2017]



Figura 36: Humedad capilar – biodeterioro a nivel de zócalo exterior -. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [junio 2016]

Humedad de infiltración.

Es aquella que, provocada por el agua de lluvia, ingresa a través de puntos singulares como encuentros de losa-pared, pretilos, a través de roturas en la impermeabilización de la azotea o de aberturas poco estancas, mal selladas y/o mal escuadradas. En definitiva, su causa principal es la falla en el sello hidráulico de la envolvente material, provocada por una mala resolución y/o por falta de mantenimiento. Este tipo de humedades está íntimamente relacionada con los niveles pluviométricos locales y con la velocidad y dirección de los vientos predominantes.

La manifestación de los síntomas es similar a los de la humedad capilar aunque localizados en zonas del nivel medio al superior en el edificio. Una vez el agua ingresa al edificio, dependiendo de los materiales constitutivos de los sustratos, -si son porosos e higroscópicos-, pueden llegar a absorberla. De modo que se presentan primeramente manchando la superficie exterior del cerramiento y luego, una vez el agua absorbida hacia el interior, disgregando y desprendiendo el revestimiento. Además, dependiendo del contenido de agua pueden llegar a contemplar, puede ampollar pinturas y enduños, y propiciar la proliferación de colonias de mohos. Además, se observan en conjunto con las otras lesiones, manchas concéntricas tendientes a una coloración entre amarillos, naranjas y ocre, lo que indica que el agua que ingresa del exterior penetra y seca en distintas etapas. Al igual que en el caso de la humedad capilar, luego de ser absorbida y de saturar los sustratos, pueden llegar a ocurrir eflorescencias salinas superficiales, patrones característicos de la presión que ejerce el agua en su recorrido hacia la superficie del paramento.



Figura 37: Humedad de filtración por fallo en impermeabilización en azotea. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [diciembre 2018]



Figura 38: Humedad de filtración por fallo en impermeabilización en azotea. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [setiembre 2018]

Humedad de condensación.

Este tipo de humedades, características de algunos climas como el de Montevideo, están asociadas a un inadecuado diseño de la envolvente material del edificio (en materia de aislamiento térmico y barrera de vapor), así como a unas condiciones ambientales interiores inadecuadas sostenidas en el tiempo. Este tipo de patologías se desarrolla con mayor profundidad en el *ítem 2.5.5 Los puentes térmicos, la condensación y “el efecto de la pared fría”*

Humedad accidental.

Las humedades de carácter accidental, no son más que un caso particular de las del tipo de “filtración”, cuya causa principal es una falla puntual o accidental, por ejemplo, la

rotura de una cañería o ducto de abastecimiento de agua potable, etc). A raíz de esta falla, se traduce en el ingreso y absorción de agua a través de las capas del sustrato, generando el mismo tipo de manifestación del patrón asociado que en el caso de las humedades de filtración. Sus síntomas desaparecerán una vez se trate su causa y se intervenga con una limpieza adecuada y/o reposición de los materiales afectados e irrecuperables (caso revoques, pinturas, etc).



Figura 39: Humedad accidental por rotura de cañerías en el baño del piso contiguo. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2018]

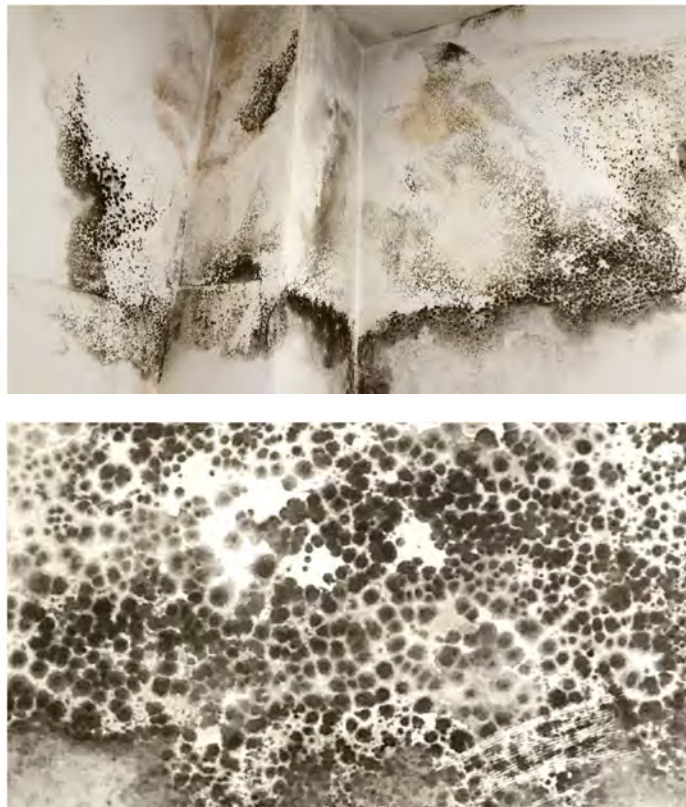


Figura 40: Humedad accidental por rotura de montante de agua potable con la consecuente inundación del ducto. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2018]

Humedad de obra.

Es el tipo de humedad más sencilla de solucionar, ya que su causa se debe a la retención del agua utilizada en los procesos de obra por parte de los materiales constitutivos de los sustratos, que, al dejar cerrado el inmueble, se manifiestan por el exudado del agua hacia las superficie con el consecuente mojado superficial de las mismas, disgregación y muchas veces proliferación de mohos. Por tal motivo, aparece poco tiempo después de terminar la obra húmeda. La solución a tal patología es una adecuada renovación de aire y deshumidificación del aire interior, así como, de ser necesario, el secado con medios mecánicos de los sustratos.

2.5.5 Los puentes térmicos, la condensación y “el efecto de la pared fría”⁷⁴

Dadas las características del aire (sobre todo en la zona climática IVd de Uruguay por la proximidad a la franja costera, así como también las zonas próximas al litoral), que presenta un alto contenido de vapor de agua durante la mayor parte del año, resulta de suma importancia además de evaluar el desempeño térmico de los materiales de construcción, su comportamiento y desempeño higrométrico, aspecto íntimamente relacionado a la aparición de cierto tipo de humedades. Además del contenido de vapor en el aire exterior, en el interior de nuestros edificios existen un sinnúmero de fuentes de producción de vapor de agua, que, sobre todo durante el invierno, se intensifica exponencialmente. Así, sistemas de calefacción de combustión incompleta, fuentes de cocción, aseo y secado tanto personal como de objetos e incluso los propios individuos con sus mecanismos termorreguladores (evapotranspiración), tanto como una gran cantidad de fuentes más, producen una importante cantidad de vapor de agua que se incorpora al ambiente quedando una parte de él suspendido en el aire en la medida que éste se lo permita, y otra se difundirá a través de la envolvente del edificio hacia el exterior. Por ejemplo, según el Documento Técnico n°30 sobre Humedad de Condensación en Viviendas de la Cámara Chilena de la Construcción, en la tabla 2.4. “Agua evaporada por hora por persona en función del tipo de actividad y la temperatura”, p.34, una persona en reposo, produce a 15°C 365g/h de vapor, y a 25°C 66g/h de vapor de agua; o una estufa a gas licuado genera 1,60 kilogramos de vapor de agua por kilogramo de combustible, según tabla 2.3 del Documento Técnico mencionado, p. 33. Esta cantidad de agua se traduce e incorpora al ambiente interior en forma de vapor, y aquí es cuando comienza el problema, al encontrarse con cerramientos cuya temperatura superficial interior es bastante menor a la del aire en el ambiente: este escenario se ve favorecido mayormente en época invernal, ocurriendo normalmente en construcciones con calefacción interior y envolvente con baja resistencia térmica, o lo que es lo mismo, con aislamiento térmico insuficiente o directamente prescindiendo de él. Este escenario favorece el crecimiento de mohos, lo que acarrea inconvenientes tanto desde el punto de vista del desmedro de la construcción, higiénicos y de salud, así como económicos (fenómenos que se desarrollarán más adelante).

⁷⁴ El ítem 2.5.5 *Los puentes térmicos, la condensación y el “efecto de pared fría”*, fue en parte extraído de la Tesis de Especialización de la misma autora de la presente investigación: SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envoltentes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018. 237 p. [Disponible online] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

El aire, a presión normal, presenta siempre cierto contenido de vapor de agua en él (humedad absoluta, expresada generalmente en gramos de agua por metro cúbico o kilogramos de aire seco), que dependerá directamente de la temperatura a la que se encuentre. Se define como “humedad”, al vapor de agua que se encuentra contenido en el aire. En determinado momento y a cierta temperatura, no puede seguir conteniendo más “cantidad” de humedad sin cambiar de fase, por lo que se dice que en ese punto alcanzó su capacidad máxima de contenido de vapor y por lo tanto ese aire se encuentra “saturado”. La humedad relativa será la relación entre ambas magnitudes, expresada en porcentaje. A partir del momento en que el aire se encuentra saturado de vapor de agua y por lo tanto la humedad relativa llega al 100%, si se le sigue suministrando vapor, comenzará el proceso de cambio de fase, es decir, condensará, y el vapor se transformará en agua líquida. Es en esta instancia en que el calor latente pasa a ser nuevamente calor sensible, aumentando por consiguiente la temperatura de la superficie condensada.

Entiéndase como calor sensible a “...*aquel que aportado a un cuerpo o sustancia hace que aumente su temperatura sin afectar su estado...*” (AZQUETA, 2014, p. 37) y calor latente como “...*la energía absorbida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (...) o de líquido a gaseoso...*” (AZQUETA, 2014, p.37) A propósito de estos conceptos, viene otra definición fundamental para definir el problema de la evaporación y condensación: el calor específico. Éste se define como la cantidad de energía que se le tiene que suministrar a una unidad de masa de cualquier elemento, para elevar su temperatura en un grado.

El diagrama psicrométrico, ábaco donde se expresan todas las características del aire, da la posibilidad de determinar todas las variables que se necesitan a efectos de evaluar las envolventes materiales desde el punto de vista higrométrico, entre otras tantas aplicaciones que en materia de sistemas de acondicionamiento mecánico tiene.

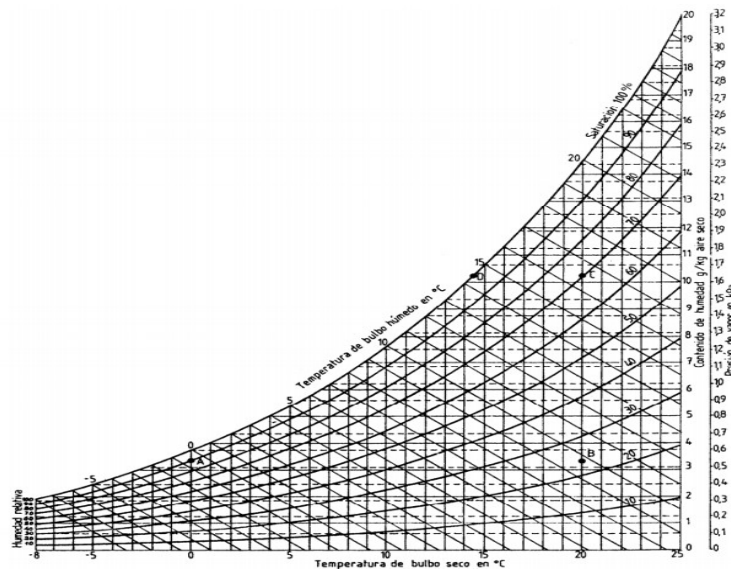


Gráfico 4: Diagrama Psicrométrico

Fuente: Norma IRAM 11625

Obtenemos a partir de él entonces información para diseñar y/o evaluar la envolvente de una construcción desde el punto de vista de su comportamiento frente a la humedad,

en pro de evitar cerramientos tendientes a alcanzar el punto de rocío superficialmente y/o incluso en alguna de sus capas y por ende, evitar condensaciones que confluyen en patologías. Este estudio, denominado evaluación del riesgo de condensación de un cerramiento, se realiza en régimen estacionario, con condiciones ambientales interiores y climáticas exteriores extremas determinadas por norma, a efectos de considerar los peores escenarios posibles (poca o nula tasa de renovación de aire en conjunto con una importante producción de vapor lo que aumenta considerablemente el contenido de vapor de agua en el aire interior, y temperaturas interiores y exteriores acordes a la época del año para la que se realiza el estudio). Sin embargo, en este caso el papel del usuario es preponderante y concluyente: muchas veces el cerramiento puede estar diseñado correctamente desde el punto de vista de selección, cuantificación y localización de los materiales, pero si la producción de vapor en el interior es excesiva por diversos motivos, y a eso se le adiciona una poca o nula tasa de ventilación, puede ocurrir que en el cálculo teórico no exista riesgo, pero en la realidad se produzca la mencionada anomalía. Es en este sentido que este problema se complejiza y toma una real trascendencia: es importante entonces no solo como técnicos tomar en cuenta consideraciones higrotérmicas a la hora del diseño, sino también, resulta fundamental la sensibilización del usuario a tales efectos, en pro de evitar patologías, sobrecostos en mantenimiento edilicio y afectaciones en la salud por el síndrome del edificio enfermo.

Con respecto al tema de la condensación, entra en juego otra definición importante: el punto de rocío. Se define punto de rocío como la temperatura a la cual el aire encuentra su punto de saturación máxima de vapor, y a partir de la cual comienza el cambio de fase del vapor de agua a estado líquido. (RIVERO, 1988)

A nivel de textos especializados en el tema, o incluso en literatura académica a nivel de grado, es frecuente encontrar matrices como la tabla 3, que sintetizan los síntomas de las patologías asociadas a problemas higrotérmicos y los posibles lineamientos para mejorar la problemática. Nótese que en todos los casos resalta la elevada presencia de humedad relativa en los ambientes, un poca o nula tasa de renovación de aire, así como una muy baja resistencia térmica de los cerramientos opacos producto de un inadecuado diseño acorde a las condiciones climáticas locales, higrométricas y térmicas.

PATOLOGÍA	CONDICIONES INTERIORES	CLIMA	CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS	MEDIDAS CORRECTIVAS DE DISEÑO
Condensaciones en vidrios.	Alta HR interior. Ventilación mal diseñada o insuficiente.	Período frío.	Muy baja resistencia térmica (muy alta transmitancia U).	Colocación de doble vidriado o doble aventanamiento o perfil que recoja la condensación.
Condensaciones en cerramientos pesados.	Alta HR interior. Ventilación mal diseñada o insuficiente.	Período frío.	Baja resistencia térmica del cerramiento. Ordenamiento incorrecto de las capas. Cámaras de aire no ventiladas cuando el material de terminación exterior es un metal.	Incorporar o aumentar el aislamiento térmico. Ordenar correctamente las capas. Ventilar las cámaras de aire sobre todo cuando el material de terminación exterior es un metal o aislamiento radiante.
Condensaciones en cerramientos livianos.	Alta HR interior. Ventilación mal diseñada o insuficiente.	Período frío.	Baja resistencia térmica del cerramiento. Ordenamiento incorrecto de las capas. Cámaras de aire no ventiladas cuando el material de terminación exterior es un metal. Filtraciones de aire a través del cerramiento.	Incorporar o aumentar el aislamiento térmico. Ordenar correctamente las capas. Ventilar las cámaras de aire sobre todo cuando el material de terminación exterior es un metal o aislamiento radiante. Colocación de dos membranas: una interior (lado caliente) barrera al vapor y al aire y otra exterior (lado frío) barrera al aire y al agua pero permeable al vapor de agua.

Tabla 3: Tabla con pautas para un diseño higrotérmico correcto de los cerramientos

Fuente: FACULTAD DE ARQUITECTURA – UdelAR. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. Acondicionamiento Térmico Guión 2. Montevideo: Oficina del Libro del CEDA, Facultad de Arquitectura UDELAR, 2006, p. 57

La difusión del vapor de agua siempre se da desde el punto de mayor contenido de humedad absoluta al de menor, intentando equilibrar el interior con el exterior del edificio. En este proceso de difusión, el vapor es interceptado lógicamente por los cerramientos de la envolvente expuesta, que van a ofrecer mayor o menor resistencia a este proceso en función de su espesor, de la localización y tipo de material de sus capas constitutivas, así como de su coeficiente de resistencia al paso del mismo. Algunos materiales de construcción, como el ladrillo o los materiales aislantes térmicos (materiales porosos o que contienen gran porcentaje de aire en su composición interna como el segundo caso), ofrecen una baja resistencia a este proceso y por lo tanto permiten que el vapor se difunda a través de ellos. En cambio, materiales como películas metálicas o de polietileno de alta densidad, algunos papeles y cartones recubiertos de asfaltos, e incluso algunas pinturas, ofrecen una alta resistencia a esta difusión. Por tal motivo, se les denomina comúnmente a estos últimos como “barreras de vapor”. A los efectos prácticos, es por este motivo que resulta fundamental, a la hora del diseño de los cerramientos y sobre todo en regiones tan húmedas como la zona climática IVd y IIb de nuestro país, no solo el diseño en función del desempeño térmico, sino, además, el análisis correspondiente al comportamiento higroscópico de dichos cerramientos. La presencia de la barrera de vapor como material constitutivo de cualquier cerramiento ya sea vertical u horizontal resulta en casi el total de los casos fundamental: la condición *sine qua non* de la misma para que funcione en condiciones ideales es que sea lo más continua posible y en el caso donde se interrumpa dicha continuidad por cualquier motivo, que esté debidamente sellada. Se define barrera de vapor, según la norma IRAM 11625 Aislamiento térmico de edificios, verificación de sus condiciones higrotérmicas, como la “capa de material que, generalmente de espesor pequeño, ofrece una alta

resistencia al pasaje del vapor. Para que un material se considere barrera de vapor, su permeancia debe ser menor que 0,75 g/m² h KPa” (IRAM 11625, 2007 p. 6)

Esta barrera deberá colocarse siempre del “lado caliente” del cerramiento, es decir donde la temperatura es mayor y en la misma dirección del flujo de calor, e interponiéndose a la barrera térmica, para protegerla de la difusión del vapor y evitar condensaciones en su interior, lo que provocaría un desmedro del material aislante y por tanto, una pérdida de sus funciones como tal. Su localización inadecuada dentro del cerramiento puede provocar efectos más negativos que el hecho de no estar presente: al presentar una elevada resistencia a la difusión del vapor, por ejemplo, si se la coloca del lado “frío” subsiguiente a un material poroso o al aislante térmico mismo, por un lado se está permitiendo la libre difusión a través de ellos y por otro, no permitiendo que el vapor siga su curso, por lo cual se está conteniendo en dicha capa, favoreciendo que se humedezcan más aún producto del vapor condensado. En dicho caso se terminan convirtiendo en una suerte de “trampa de vapor”.

Según el Arq. Roberto Rivero, un aislante térmico está definido como:

“...el objetivo de una aislación es controlar al máximo las condiciones térmicas de un medio habitado frente a los agentes térmicos hostiles del medio inmediato; los instrumentos serán los materiales de construcción y los límites, las consideraciones económicas o de otro carácter aplicables al problema en estudio.” (RIVERO, 1988, p. 57)

La característica principal de cualquier material aislante térmico es su estructura interna de celdas cerradas que contienen aire estanco y seco. Cualquier aislante térmico contempla una gran permeabilidad al agua en estado gaseoso, por lo que, si no se le interpone un material que oficie de retardador y haga que el mismo se vaya disipando previamente a difundirse en el interior -barrera de vapor-, éste lo penetrará y condensará en sus celdas, aumentándole la conductividad y por lo tanto perdiendo su función principal: la de aislar térmicamente. El gráfico 5 muestra cómo la conductividad de diversos aislantes tradicionales aumenta en función del contenido de humedad dentro de ellos. Cabe la aclaración que, cuanto mayor es la conductividad térmica de un material, más conductor del calor es y por lo tanto, menos aislante térmico.

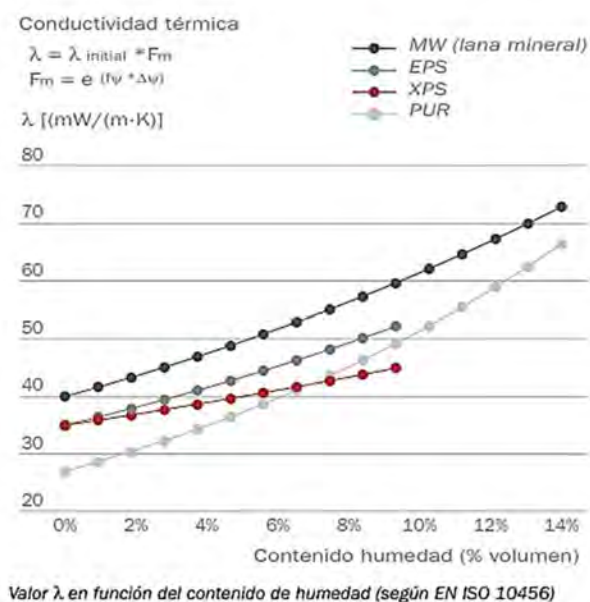


Gráfico 5: Variación de la conductividad térmica de materiales aislantes en función de la humedad (según EN ISO 10456).

Fuente: AIPEX. *Soluciones de aislamiento térmico con poliestireno extruido XPS para una edificación sostenible. P.11* [Disponible online]
http://www.aipex.es/panel/uploads/descargas/cat_xps_2017.pdf [consulta: enero 2019]

Condensación superficial e intersticial.

Cualquiera de estos dos fenómenos, sucediéndose por separado o peor aún en simultaneidad, generan afectaciones negativas provocando el desmedro de los materiales constitutivos de los cerramientos, que van mucho más allá de problemas estéticos. Esto ocurre cuando la temperatura real ya sea en la superficie interior de paredes y techos o en alguna/s de su/s capa/s internas es menor a la temperatura de rocío (condensación superficial e intersticial respectivamente).

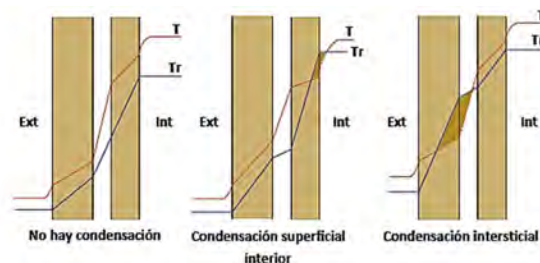


Figura 41: Esquemas en muro de doble hoja de casos de condensación superficial e intersticial.

Fuente: <http://rehabilitayreforma.com/humedades-en-cerramientos-diagnostico/>

Las consecuencias de estas condensaciones son las humedades, escorrentías superficiales y proliferación de microorganismos como el enmohecimiento en las superficies afectadas, y el humedecimiento del interior de los materiales (mayormente los porosos e higroscópicos), con el consecuente desmedro de los mismos y la aparición de eflorescencias –sales cristalizadas- visibles en la superficie. Estas problemáticas no solo acarrearán sobrecostos de mantenimiento del edificio, sino problemas de confort en el usuario e incluso afectaciones de diversa índole en la salud.

Este tipo de humedades se suscitan en zonas proclives a tal hecho, denominadas puentes térmicos. Según el Código Técnico de la Edificación, se define un puente térmico como:

“...aquella zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento” (CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. Documento de Apoyo al Documento Básico. Documento básico de Ahorro de Energía.

España: 2014. 37p. [Disponible online]

Análogamente, la norma UNIT ISO 10211 lo define como

“Parte de la envolvente de un edificio donde la resistencia térmica normalmente uniforme cambia significativamente debido a penetraciones completas o parciales en la envolvente de un edificio, de materiales con diferente conductividad térmica o un cambio en el espesor de la construcción o una diferencia entre áreas internas o externas, tal como ocurre en las uniones pared/suelo/techo”. (UNIT-ISO 10211:2007. p. 2 Montevideo. UNIT. 2007)

En definitiva, éstas son zonas en las que por cambio de morfología o de material (o ambas situaciones), la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor; pudiendo clasificarse en este sentido en puentes térmicos de tipo constructivo o geométrico. Además, en estos puntos singulares de un edificio, ese flujo energético no es perpendicular a la superficie ni mucho menos homogéneo (como sí ocurre en paños centrales), de modo que esa heterogeneidad se traduce en diversas temperaturas superficiales que culminan en la manifestación de la patología citada.

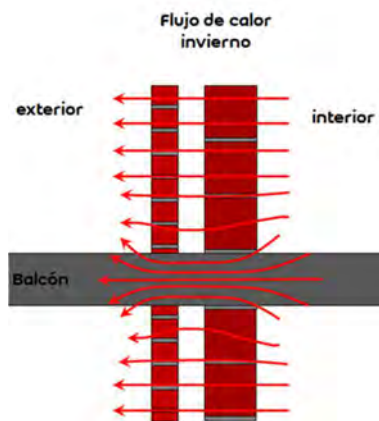


Figura 42: Flujo térmico durante el invierno a través de paño central de pared y puente térmico de encuentro pared/entrepiso

Fuente: <https://www.anfapa.com/es/divulgacion/465/los-puentes-termicos-en-edificios>

Estos puentes térmicos en general, son zonas con poca iluminación natural y poca circulación de aire convectivo: dentro de placares y estanterías, diedros, dinteles, antepechos, entre otros. El síntoma con el que se manifiestan estas condensaciones superficiales es con la proliferación de mohos asociado a ella (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a gris y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de patologías). En las imágenes a continuación, se pueden observar zonas de puentes térmicos con condensaciones -e incluso con escorrentía sobre la superficie- en la carpintería metálica de una abertura con la consecuente manifestación de la patología por el contenido de agua disponible (figura 43); así como proliferación de mohos en el antepecho de pared orientada al sur (figura 44), y en paño central de pared sur-este (figura 45) seguramente por discontinuidad en las capas materiales del cerramiento, respondiendo el síntoma a zonas con menor resistencia térmica que en donde no proliferaron.



Figura 43: Condensación en carpintería metálica de abertura. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [agosto 2018]



Figura 44: Mohos en antepecho de pared orientación sur. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [octubre 2017]



Figura 45: Mohos en paño central de pared orientada al sur-este. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [julio 2018]

Estas condensaciones se encuentran asociadas directamente a un elevado contenido de humedad en el aire sostenido durante mucho tiempo (alta humedad relativa), así como a una envolvente térmica diseñada sin tener en cuenta el confort higrotérmico del usuario (esto es, una envolvente sin aislamiento térmico continuo que evite el efecto de “pared fría”, haciendo que la temperatura del aire en su superficie sea mayor a 4°C (según CROISET, Maurice, 1976) con respecto a la del aire ambiente interior, así como una gran cantidad de puentes térmicos –zonas por donde se pierde mayor flujo energético-).

Además, ante estos escenarios, es frecuente percibir el distintivo “olor a humedad”, lo que indica que estas colonias están creciendo “activamente”. Estos olores típicos se denominan MVOCs (compuestos orgánicos volátiles de origen microbiano). Los mohos para proliferar se nutren del material presente en la superficie que invadió, liberando enzimas que degradan el sustrato y como deshecho liberan estos compuestos, que no son otra cosa que aldehídos, cetonas, alcoholes, entre otros, y por ello son altamente perjudiciales para la salud) (SINGH. WATKINSON. LACEY. SAMSON. C.G. ADAN. LLOYD. BRUCE. PALFREYMAN. HILDITCH. LAL GARG. DHAWAN. ESCAMILLA. COMTOIS. KOCH. GOMEZ-ALARCON. DE LA TORRE. 1994)

En otro orden, además de las afectaciones aparentes en la superficie visible de la envolvente, esta patología de condensación intersticial afecta la integridad interior de los componentes de los cerramientos, siendo evidencia de ello en los casos en donde no hay agua penetrando por otras causas, la presencia de eflorescencias salinas en las superficies. Según el Dr. Arq. Juan Monjo Carrió en su libro *Patologías de Cerramientos y Acabados Arquitectónicos*, define a las eflorescencias como *“el depósito de sales por cristalización en la superficie exterior de los cerramientos cuando dichas sales provienen de los materiales constituyentes del mismo por disolución en agua que los atraviesa y posterior evaporación al llegar a la superficie.”* (MONJO CARIÓ, 1997, p. 277) Estas eflorescencias tienen un aspecto muy característico y distintivo como se puede observar en la imagen a continuación sobre una pared revocada (figura 46), o en la figura 24 sobre una pared de ladrillo cerámico visto.



Figura 46: Eflorescencias salinas causadas por condensaciones en el interior del muro.
Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [octubre 2017]

A partir del análisis con termografía infrarroja, se puede verificar la elevada presencia de humedad en zonas de los cerramientos, cuyos síntomas son eflorescencias y manchas de mohos, junto con la proliferación de biodeterioro. Este análisis basado en imágenes infrarrojas, realizado en conforme a una metodología de ensayo “no destructivo” (lo que implica la no realización de pruebas en sitio que redundan en el desmedro y/o rotura parcial o total de los materiales como consecuencia de cateos), permite por lo tanto la identificación, localización y cuantificación de los puentes térmicos, así como la detección de la no existencia de ciertas barreras constructivas/térmicas/higrométricas, así como detectar patologías edilicias en este sentido.

La heterogeneidad en la colorimetría de los termogramas indica dónde se encuentra humedad e incluso llega a haber agua contenida: las zonas más oscuras representan menores temperaturas (y describen el patrón de humedad presente). Esta humedad modifica las propiedades del cerramiento aumentándole la conductividad térmica (y por lo tanto aumentándole la capacidad de transmitir el flujo energético); así como también es capaz de arruinar materiales porosos como las mencionadas barreras térmicas, o materiales más actuales de origen natural. De hecho, en el termograma a continuación, también se pueden identificar los puentes térmicos constructivos que representan los morteros de toma de los mampuestos, puentes térmicos de carácter lineal. Por tal motivo, éstas también son zonas más débiles que son proclives a manifestar patologías de condensación.

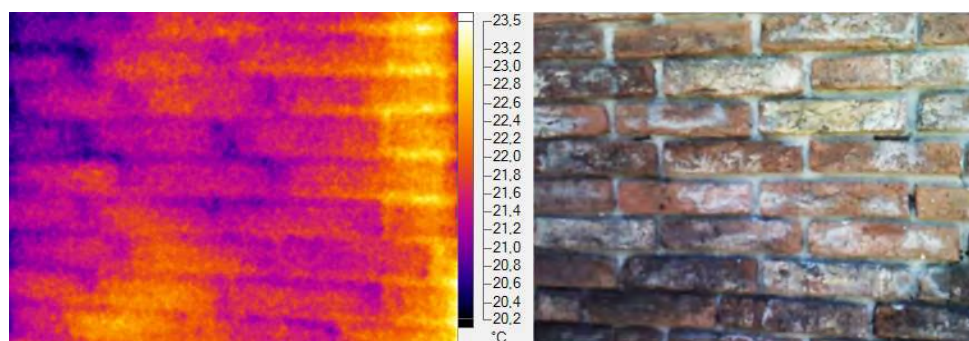
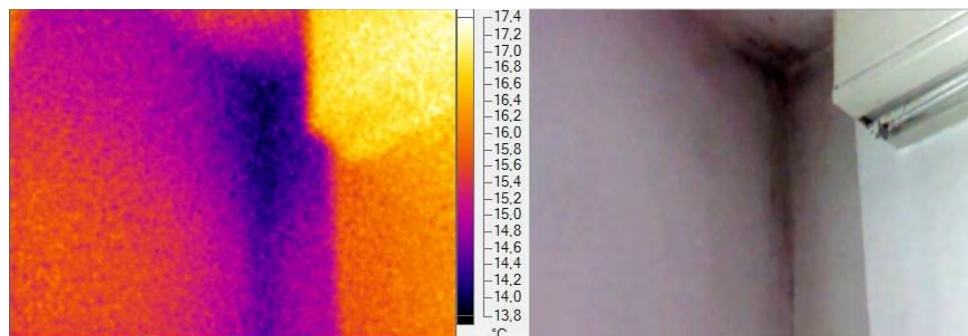


Figura 47: Termograma e imagen real del detalle del muro de mampostería vista en fachada suroeste. Vivienda en Montevideo.

Fuente: imagen tomada por la autora del presente trabajo [agosto 2017]



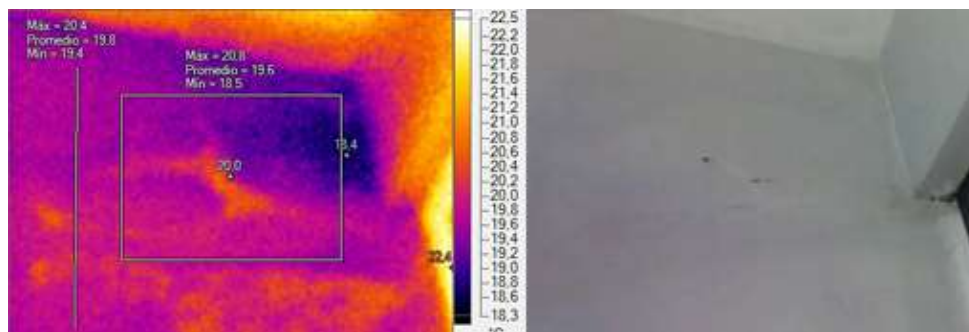


Figura 48: Termogramas e imágenes reales de las humedades de condensación en diedros superiores de fachadas sureste (arriba) y suroeste (abajo). Vivienda en Montevideo.

Fuente: imágenes tomadas por la autora del presente trabajo [agosto 2017]

2.5.6 Variables termo-energéticas que tienen directa incidencia con la formación de condensaciones en los cerramientos⁷⁵

Este capítulo desarrollará los principales conceptos vinculados al comportamiento higrotérmico-energético de los edificios que tienen directa incidencia en la formación de condensaciones en la envolvente edilicia, hecho que redundará en la mala calidad del aire interior, generación de patologías y el desmedro de los materiales de construcción. Para ello, se abordarán por ejemplo conceptos de la transferencia de calor, la necesidad de la evaluación del riesgo de condensación, las condiciones del régimen estacionario y variable, las variables del confort térmico del usuario y su importancia, así como a la probabilidad que éstos generen patologías y afectaciones negativas en el usuario si no se toman criterios sustentables. Este resumen de conceptos permitirá una mejor comprensión de la necesidad de estudiar y evaluar algunos de sus indicadores con una visión global e integrativa, de modo de poder cumplir con algunos de los objetivos planteados.

Tabla de símbolos y unidades

A continuación, se listan la serie de símbolos que se mencionan a lo largo del presente capítulo, con sus respectivas descripciones y unidades:

Símbolo	Magnitud	Unidad
λ	conductividad térmica	W/mK
c	calor específico	J/Kg°C
t_e	temperatura exterior	°C
t_i	temperatura interior	°C

⁷⁵ El ítem 2.5.6 *Variables termo-energéticas que tienen directa incidencia con la formación de condensaciones en los cerramientos*, fue extraído de la Tesis de Especialización de la misma autora de la presente investigación: SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envolventes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018. 237 p. [Disponible online] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

tse	temperatura superficial exterior	°C
tsi	temperatura superficial interior	°C
U	transmitancia térmica	W/m ² K
Rt	resistencia térmica total (de ambiente a ambiente)	m ² K/W
Rse	resistencia superficial exterior	m ² K/W
Rsi	resistencia superficial interior	m ² K/W
q	densidad de flujo de calor	W/m ²
hc	coeficiente de transmisión de calor por convección	W/m ² K
he	conductancia térmica superficial exterior	W/m ² K
hi	conductancia térmica superficial interior	W/m ² K
tq ó Tsol-aire	temperatura equivalente o temperatura sol-aire	°C
tqm	temperatura equivalente media	°C
tqn	temperatura equivalente mínima	°C
tqx	temperatura equivalente máxima	°C
α	coeficiente de absorción	adimensional
Δt	diferencia de temperatura exterior-interior	°C
μ	factor de amortiguamiento	adimensional
θs	amplitud superior de la temperatura equivalente	°C
θi	amplitud inferior de la temperatura equivalente	°C
ωs	amplitud superior de la temperatura superficial interior	°C
ωi	amplitud inferior de la temperatura superficial interior	°C
Φ	retardo térmico	Hs
Te _ζ	temperatura del aire exterior a una hora ζ	°C
t'xm	temperatura de diseño máxima rigurosa de verano	°C
txm	temperatura máxima media	°C
tx	temperatura máxima absoluta	°C
A	amplitud media	adimensional
F _ζ	coeficiente que depende de la hora solar	adimensional
t'nm	temperatura de diseño mínima rigurosa de invierno	°C
tnm	temperatura mínima media	°C
tn	temperatura mínima absoluta	°C

Tabla 4: Tabla símbolos y unidades

Fuente: RIVERO, Roberto. Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988, p. 201.

Principios de transferencia de calor

Como precepto principal, se debe partir del concepto fundamental de que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma (enuncia el 1er Principio de la Termodinámica). La forma que tiene de transformarse es mediante la transmisión de la misma en sus distintas formas: conducción, convección, radiación.

El calor que se transmite entre dos cuerpos se conduce siempre desde el de mayor hacia el de menor temperatura, buscando igualar ambas magnitudes (2do Principio de

la Termodinámica). Es, por tanto, absolutamente independiente de la energía térmica de los cuerpos, pero totalmente dependiente de sus temperaturas: dos objetos con masa en relación 1 a 100 que estén a la misma temperatura no presentan transferencia alguna de calor, están en lo que se denomina “equilibrio térmico”. Sin embargo, si existe diferencia de temperatura, lo que se transmite es energía térmica donde el elemento de mayor temperatura cede gran parte de su energía al de menor temperatura, descendiendo bruscamente en el caso del primero y aumentando la del segundo, intentando equilibrarse.

En tanto, las formas que tiene el calor de transferirse de un cuerpo a otro se definen de la siguiente forma:

La conducción se produce por contacto molecular entre los cuerpos, y requiere que ambos sean sólidos o en caso de que uno de ellos (o ambos) sean fluidos, que se encuentren en reposo (caso de pequeños compartimentos estancos en los materiales aislantes), de manera de evitar la producción de corrientes convectivas por las variaciones que las mismas producirían al fenómeno original.

La convección se produce cuando uno (o ambos) cuerpos es un fluido. Tal hecho ocasiona, al comprobarse el contacto molecular, una transmisión por conducción que varía la densidad del fluido y esto le genera una corriente convectiva que afecta las condiciones de esa conducción, así como da lugar a un importante aumento en la complejidad para la obtención de los valores finales de caracterización del fenómeno. Respecto a la incidencia de tal situación en la materia de estudio, la misma se simplifica al tratarse de un único fluido (el aire) y los cuerpos sólidos de la construcción y de sus habitantes.

La tercera y última de las formas de transmisión de calor es la radiación. Esta se produce a partir de todos los cuerpos que se encuentren por encima del cero absoluto (K), los que -en mayor o menor medida- irradian energía, y reciben la radiación de los otros cuerpos que se encuentran en un entorno apropiado (para radiaciones muy potentes como la del sol, el “entorno” significa millones de kilómetros, en el caso de la Tierra, casi 150.000.000 de km⁷⁶). Esta radiación puede reflejarse o absorberse, dependiendo el porcentaje de cada una de las formas, entre otras cosas (temperatura de la superficie o el ángulo de incidencia) de las características de esa superficie (textura, color). Por lo tanto, entre dos cuerpos que intercambian energía radiante, el que se encuentra a menor temperatura la elevará a expensas del calor recibido de la otra. Cuando ambas temperaturas se igualen, los cuerpos se encontrarán en el mencionado equilibrio térmico. El calor recibido será a su vez transformado en energía radiante que el cuerpo emitirá, en un proceso que suele denominarse re-radiación.

Es importante destacar la conveniencia de efectuar los estudios prácticos relativos a la transmisión de calor considerando las tres formas simples descritas del fenómeno, dado que en general se presentan en forma conjunta y de esta manera es más sencilla la solución del problema.

No obstante y en atención a los lineamientos de la presente investigación, cuyo planteo es el estudio de edificios de envolvente opaca tradicional en relación a ciertos aspectos

⁷⁶ Según WIKIPEDIA. Sol. [Disponible online] <https://es.wikipedia.org/wiki/Sol> [consulta febrero 2018]

que comprometen la calidad del aire interior, se considera pertinente desarrollar en mayor profundidad la convección y conducción.

Por un lado, la transmisión de calor por conducción, se produce entre dos cuerpos u objetos que se encuentran a distintas temperaturas y en íntimo contacto, vale decir, contacto a nivel de sus partículas. El fenómeno se da principalmente entre cuerpos sólidos, aunque sus fundamentos son también verificables en el caso de que siendo uno de los cuerpos un fluido, no existan corrientes convectivas.

Por otro, la convección, segunda forma en que se estudiará la transmisión del calor entre dos cuerpos, como se mencionó, requiere del cumplimiento de algunas condicionantes generales. El inicio del fenómeno se produce por conducción por lo que ambos cuerpos deben de encontrarse en contacto a nivel molecular, y además, uno de ellos mínimamente, debe de ser un fluido. A los efectos del presente trabajo se estudiará solamente el fenómeno de convección producido entre el aire y los cuerpos sólidos del entorno, (principalmente superficies) los que presentarán temperaturas distintas de modo de que se pueda producir la transmisión de calor de uno a otro de los elementos mencionados (aire y sólidos).

El fenómeno analizado está definido y regulado por un número importante de condiciones variables, entre las cuales destacan, en relación a los cuerpos o superficies: tamaños, texturas, morfología, así como la posición respecto a la dirección natural de la corriente convectiva que es la determinada por la atracción gravitacional (vertical). Con relación al fluido, influye la viscosidad, la temperatura y su velocidad. Por ende, surge una distinción entre las modalidades de convección: la convección natural y la convección forzada, según el movimiento del aire obedezca sólo al gradiente de temperatura o que el fluido posea una velocidad intrínseca. Se analizarán separadamente.

La convección natural es común que se produzca en las cámaras de aire formadas por mampostería o por vidrios (paredes o vidrios dobles), generalmente verticales, totalmente cerradas y carentes de ventilación, pudiendo aparecer también en cubiertas con cielorraso. En las superficies verticales, el movimiento del fluido se produce en una delgada capa adyacente a ellas -de unos 10mm de espesor según ensayos-. (RIVERO, 1988) Mención especial va para los cerramientos horizontales, en los que la cantidad de energía térmica que se transmite es en función de la dirección del viento.

De este fenómeno natural, se desprenden los coeficientes convectivos de la capa límite L para la realización de cálculos que se verán más adelante. Si bien son coeficientes que se calculan, para la realización de los cálculos en régimen estacionario existe una convención donde se encuentran tabulados.

La convección forzada se produce cuando el fluido interviniente en el fenómeno (el aire) posee velocidad por sí mismo, sin relación al fenómeno convectivo que está protagonizando. En este caso, la cantidad de calor transmitido depende fundamentalmente de esa velocidad propia del aire tanto como de la diferencia de temperaturas entre los elementos intervinientes en el suceso. (RIVERO, 1988)

Régimen estacionario, variable y variable cíclico

Cuando se tiene dos medios separados por un cerramiento, estando en equilibrio térmico los tres elementos, no existe ninguna transferencia de calor entre ellos. Si se realiza una elevación brusca e importante de la temperatura en uno de los medios, se iniciará un proceso de transmisión, primero hacia el cerramiento y más tarde – a través de él - hacia el otro medio. Esta transferencia reconoce dos etapas, una en la que ella aumenta con el tiempo y la segunda en la que el flujo se estabiliza, dando así lugar al reconocimiento de las dos situaciones mencionadas: régimen estacionario y régimen variable. La primera se verifica para una misma temperatura en ambos medios, la segunda para un cambio permanente de por lo menos una de ellas.

Régimen estacionario

Un primer enfoque del estudio implica la consideración de la transmisión entre las dos superficies limitantes de un cerramiento. Se requieren varios factores condicionantes que se estén sucediendo simultáneamente, a saber: que las dos temperaturas superficiales sean distintas pero invariables en el tiempo; que el flujo de calor transmitido sea estacionario y perpendicular a las superficies; que el material constituyente del cerramiento sea homogéneo, y que sus caras sean planas y paralelas para que el calor que se transmite sea igual para la totalidad de los puntos del cerramiento.

La conductividad térmica (*“expresa la cantidad de calor transmitido a través de un cuerpo considerado homogéneo, en un régimen estacionario, por unidad de espesor, unidad de área y unidad de tiempo, cuando la diferencia entre las temperaturas de sus caras es igual a la unidad”*) (RIVERO, 1988, p. 42), propiedad inherente a cada material, presenta importantes variaciones de acuerdo a propiedades físicas de los materiales y también en función de condiciones ambientales o del entorno, caso la densidad y la higroscopicidad para las primeras y la humedad del ambiente y del lugar de ubicación para las segundas.

El aire es un material sumamente liviano y mal conductor del calor en ausencia de corrientes convectivas, y por otra parte, dicho elemento forma parte de la constitución de muchos materiales, influyendo notoriamente en la densidad de los mismos. Consecuentemente puede observarse que existe una correlación importante entre la mencionada propiedad física de la mayoría de los materiales y su coeficiente λ , características que varían en el mismo sentido. Igualmente, la conductividad térmica varía también en el mismo sentido en que varía su humedad o contenido de agua, al punto de poder anular las propiedades aislantes de materiales con alto contenido de aire por condensaciones importantes en su interior.

Por otro lado, si dos medios perfectamente aislados “E” e “I”, mantienen temperaturas $t_e > t_i$ constantes (del aire y los cerramientos), implica que en “E” se genera en forma permanente una cantidad de calor que es absorbida en “I”, lo cual determina que se trata de un régimen estacionario con un flujo de calor constante y en forma permanente. El calor se transmite de “E” a la superficie “A”, de ésta a la superficie “B” y finalmente desde ésta a “I”. De estas tres etapas, en la primera y la tercera se produce radiación y

convección, así como conducción en la segunda. El mantenimiento del escenario descripto requiere que: $t_e > t_{se} > t_{si} > t_i$. (RIVERO, 1988)

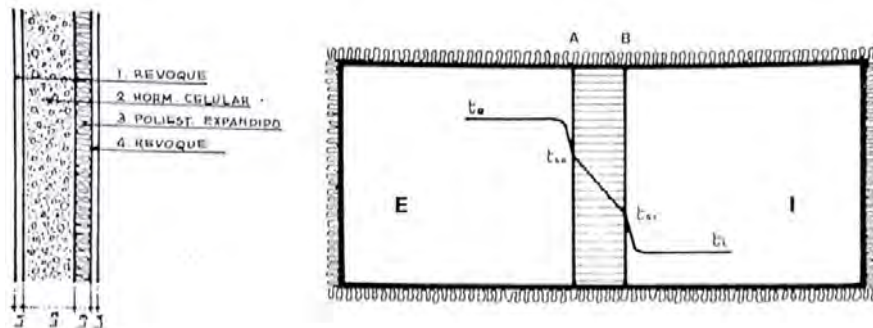


Figura 49: Régimen estacionario, transmisión de medio a medio

Fuente: RIVERO, Roberto. Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988, p.45.

La cantidad total de calor transmitida “q” se calcula por una fórmula en la que intervienen los parámetros y coeficientes correspondientes a las transmisiones en las tres etapas, las dos de radiación-convección y la de conducción. El valor final, total, se expresa como una fórmula que considera los cuatro valores mencionados: t_e y t_i en el numerador y t_{se} y t_{si} , vinculados con distintos coeficientes que toman en cuenta velocidad del aire, posición de las superficies, relación de dimensiones de los cuerpos, coeficientes de emisividad de los materiales, etc. Todos los valores aludidos en último término se engloban en uno sólo que se iguala a la inversa de otra magnitud, llamada transmitancia térmica (“U”) que permite expresar en forma sencilla el valor final de “q”: $q = U(t_e - t_i)$.

Los cerramientos heterogéneos son aquellos en los que las diferentes partes que lo constituyen tienen resistencias distintas, en general aquellos en los cuales intervienen más de un material en su construcción. En estos casos el cálculo de la U del cerramiento obliga a descomponer la sección en sectores homogéneos, calcular los respectivos valores de U para cada uno y obtener el valor global ponderando la incidencia de la superficie de cada uno en la de la unidad de la sección tomada como referencia.

Así, se define como transmitancia térmica a la cantidad de calor que es transmitido a través de todos los componentes de un sistema constructivo (por unidad de tiempo y superficie), cuando existe una diferencia de temperatura de 1°C entre los ambientes que los separa (normalmente interior y exterior). Este valor, se calcula como la inversa de la sumatoria de las resistencias térmicas parciales de cada uno de los componentes del cerramiento heterogéneo junto con la resistencia que ofrece el aire en la capa límite adyacente en los extremos del cerramiento (coeficientes convectivos).

$$U = 1/R_t \quad \text{siendo } R_t = R_{se} + R_1 \dots R_n + R_{si}$$

Régimen variable y variable cíclico (periódico)

Este es el otro régimen de transmisión de calor dentro de la modalidad de la conducción y se caracteriza por la variabilidad del flujo de calor en función del tiempo, en ambas o al menos en una de las temperaturas consideradas. Normalmente, las oscilaciones de temperatura durante el día, el aporte solar a los cerramientos y la inercia que posea cada uno, así como las variaciones de la temperatura interior (producto del metabolismo de los usuarios y sus aspiraciones en cuanto al confort), hacen que el fenómeno varíe constantemente. El régimen estacionario es una simplificación del escenario en condiciones reales, pues implica tomar como variables de la transferencia de calor las condiciones más desfavorables que en ella intervienen (como temperatura del aire y HR interior y exterior), para simplificar el estudio del fenómeno y su intervención en los cerramientos. Es evidente que esto no representa fielmente la realidad (salvo el caso de algunos cerramientos compuestos solo por vidrio o chapa que tienen la particularidad de entrar en régimen rápidamente). En un escenario real, las condiciones de temperatura son variables y van cambiando hora a hora, minuto a minuto. No obstante, sirve como un acercamiento al problema y como un indicador comparativo para poder ponderar soluciones constructivas y tener un criterio de selección de materiales, así como para evaluar cerramientos ya construidos y buscar soluciones para mejorar su performance térmica.

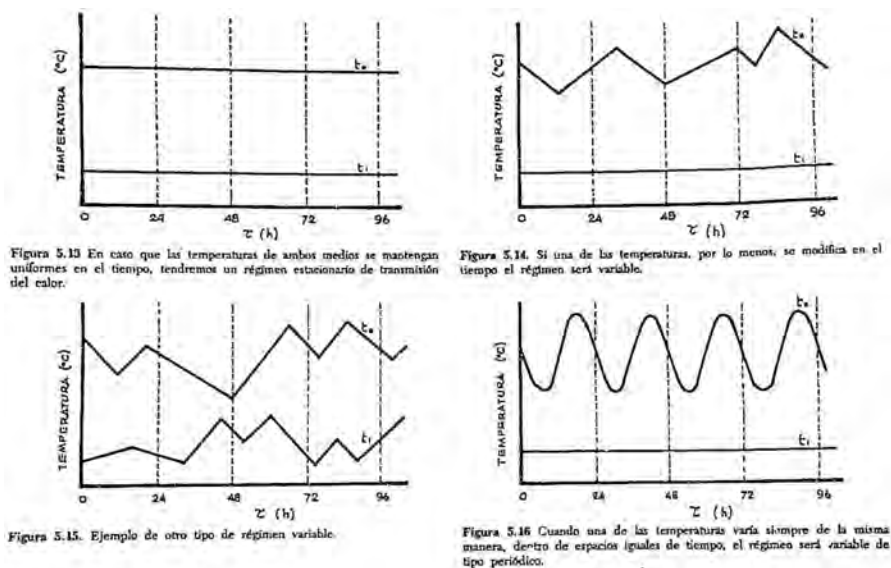


Figura 50: Distintos casos de régimen variable

Fuente: RIVERO, Roberto. Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988, p.46.

Las diferencias entre ambos regímenes (estacionario y variable) pueden ser fácilmente visualizadas con simples gráficas de dos ejes de coordenadas. Lo anteriormente expresado, permite deducir que existen distintas combinaciones entre las características de constancia o variabilidad de las temperaturas del sistema considerado, aunque de todas ellas se destaca y alcanza el máximo interés la conocida como régimen periódico, sumamente representativo de la realidad de los espacios exteriores. Consiste esta categoría en un sistema en el que una de las temperaturas permanece constante y la otra sufre una variación de tipo sinusoidal con periodo de 24 horas. El mencionado

régimen tiene vigencia en estaciones extremas (invierno y verano) cuando la temperatura interior del edificio mantiene valores constantes en base a equipos de calefacción y aire acondicionado.

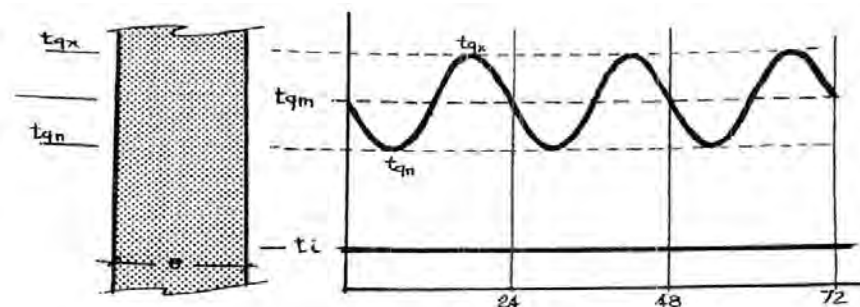


Figura 51: Gráfico de las condiciones de análisis de un cerramiento en régimen variable cíclico

Fuente: FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. Acondicionamiento Térmico Guión 1. Montevideo: Oficina del Libro del CEDA, Facultad de Arquitectura UDELAR, 2006, p.71.

Otra propiedad de los materiales con incidencia importante en el régimen variable es el calor específico. Se representa por “c” y “es la cantidad de calor necesaria para elevar en una unidad la temperatura de un cuerpo de masa igual a la unidad” (RIVERO, 1988, p. 48) Al multiplicar el calor específico de un material por su densidad se obtiene el calor específico volumétrico (c.d), valor que a su vez multiplicado por el espesor de un cerramiento, da lugar a la capacidad térmica del mismo, lo que representa la cantidad de calor necesaria para aumentar una unidad la temperatura de un cerramiento cuya área es igual a una unidad y su espesor establecido (FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO, Guión 1, 2006).

El retardo térmico de un cerramiento es el tiempo que tarda una variación de la temperatura producida en un medio, en aparecer en la cara opuesta del cerramiento que lo separa del otro medio considerado. Tiene directa relación con el espesor del cerramiento, la densidad del material constitutivo, así como su calor específico y conductividad térmica, características y propiedades todas que influyen y determinan la transmisión del calor por conducción en los diferentes casos del régimen variable.

El estudio del régimen variable presenta similitudes con el del régimen estacionario. Así como para éste, en el caso de la transmisión de calor de un medio a otro (“E” e “I”) es conveniente conocer la temperatura superficial del cerramiento B en el medio interior, (cara al medio “E” = A; cara al medio “I” = B), en aquél la posesión de esa información es imprescindible para cuantificar la cantidad de calor (pérdida o ganancia) que afecta al espacio interior. La ecuación $q = h_i (t_{si} - t_i)$ para calcular la transmisión por conducción y convección de la cara interior del cerramiento al espacio contiguo aplicable al régimen estacionario, también lo es para el régimen variable. (RIVERO, 1988)

Suponiendo una situación de régimen estacionario con valores determinados para t_e , t_i , y t_{si} durante 48 horas, a partir de las cuales, se aplica al medio “E” una variación de su

temperatura de acuerdo a una trayectoria sinusoidal de régimen periódico con un período de 24 horas. La temperatura media de la nueva $t_{sol\text{-}aire}$ será t_e , mientras t_i permanecerá constante. En este nuevo escenario la temperatura de la superficie interior del cerramiento t_{si} , comenzará a presentar variaciones que alcanzarán al cabo de un tiempo sus valores y características definitivas. En estas circunstancias, se verificará para cada punto P de la temperatura sol-aire, la existencia de su correspondiente P' en la cara opuesta a partir de cumplido el retardo térmico correspondiente Δt . El régimen periódico de variación de 24 horas que se produce en el medio E se repite idénticamente en los valores de t_{si} en todos los puntos correspondientes. Respecto a la amplitud de la onda correspondiente a la senoide que representan la $t_{sol\text{-}aire}$ de la t_e (θ_s) y la correspondiente a la de la t_{si} , (ω_s) ambas en régimen variable, cabe destacar que el cociente entre ésta última y la primera (siempre menor a 1) representa lo que se define como factor de amortiguamiento " μ ", siendo entonces: $\mu = \theta_s / \omega_s$ para dicho cerramiento. El valor de μ y la capacidad de amortiguación del cerramiento varían en relación inversa. (RIVERO, 1988)

En definitiva: existen cuatro circunstancias constatables en la temperatura superficial interior que definen o caracterizan a un proceso de transmisión de calor sometido a un régimen periódico:

- 1) toda variación de t_e se manifiesta en t_s con retardo térmico;
- 2) t_s se manifiesta, como $t_{sol\text{-}aire}$ en régimen periódico;
- 3) t_s presenta variaciones amortiguadas con relación a las de $t_{sol\text{-}aire}$;
- 4) en el caso en que $t_{sol\text{-}aire}$ presente un valor medio uniforme, t_s tendrá la misma característica.

La inercia térmica y su importancia en la arquitectura

En este estudio del régimen variable y del retardo que se presenta en la temperatura de un medio a otro, viene a consideración una definición fundamental: la de la inercia térmica. En definitiva, esta propiedad relacionada con el tipo de material y su masa, conductividad y calor específico, indica la capacidad que tiene dicho material de almacenar la energía térmica recibida ya sea por el aporte solar o por el aporte de algún sistema de climatización, y consecuentemente ir liberándola gradualmente de acuerdo al retardo y amortiguamiento del mismo.

A los efectos de aplicaciones prácticas, se pueden suceder dos situaciones:

Por un lado, un local de uso permanente (como una vivienda, por ejemplo), en cuya zona geográfica las condiciones climáticas varían abruptamente contemplando grandes amplitudes térmicas entre día y noche, se aprovecha la masa del cerramiento que a partir de las ganancias solares directas e indirectas va almacenando en su interior el calor, transmitiéndolo al interior de forma retardada y llegando al mismo en horarios en que la temperatura desciende, haciendo prescindible la utilización de climatización auxiliar. En definitiva, la masa del cerramiento hace que las temperaturas interiores se mantengan más estables, evitando que se "copien" las condiciones exteriores de grandes amplitudes, y con lo cual el usuario está más en confort.

También es de gran ayuda su consideración en climas más templados, a los efectos del acondicionamiento térmico, colocando la barrera térmica al exterior del cerramiento

también en locales de uso permanente, ya que al utilizar una fuente de climatización al interior, gracias a la inercia que poseen los materiales de la envolvente, ésta irá absorbiendo la energía, liberándola luego de cierto tiempo, evitando tener que utilizar los sistemas mecánicos durante mucho tiempo encendidos o al menos, poder exigirles menos.

Por otro lado, un local de uso muy limitado en el tiempo (caso de escuela u oficina), requerirá que se le “inhabilite” esta propiedad a los cerramientos, colocando una barrera térmica en la cara interior de los mismos, de modo de favorecer a la climatización artificial y que ésta entre en régimen más rápido. De esta forma se evitan erogaciones absurdas de combustible o energético a los efectos de lograr climatizar, así como el hecho de que el usuario alcanza la temperatura de confort mucho más rápidamente.

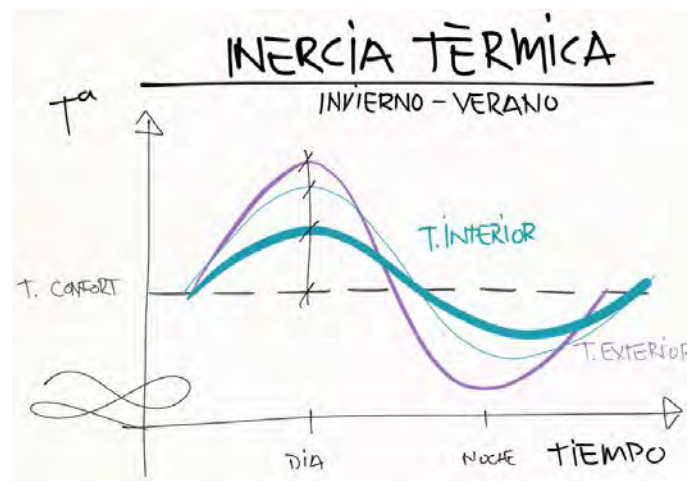


Figura 52: Inercia térmica

Fuente: <https://angelsinocencio.com/inercia-termica/>

La inercia térmica es una de las estrategias principales utilizadas en construcciones bioclimáticas, por ejemplo, para diseñar un Muro Trombe.

Temperatura equivalente

Otro factor a considerar en el estudio termo-energético de un cerramiento es el aporte que produce sobre él la radiación solar recibida. Es evidente que, en climas como el nuestro, en que se tienen veranos e inviernos rigurosos, el aporte en este sentido debe de ser tenido en especial consideración durante la época estival, pues de no haber sido considerado, puede generarse el efecto no deseado de sobrecalentamiento de un local; mientras que en invierno este aporte es positivo y puede aportar favorable y significativamente a evitar el uso de calefacción artificial. De tan alto impacto es, que los materiales de construcción se comportan distinto ante este aspecto según sean opacos o transparentes. El tema central del presente trabajo obliga a focalizarse en el detalle de lo que a cerramientos opacos corresponde.

La temperatura equivalente, también denominada temperatura sol-aire, “es la temperatura que debería tener el aire para producir los mismos intercambios térmicos que se producen en la realidad al agregarse el efecto del sol”. (FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO, Guión 1, 2006, p.62) En este proceso, en que no solo entra en juego el aporte incidente del sol, sino que se conjugan los intercambios energéticos a raíz de mecanismos de convección y conducción normales, intervienen y tienen directa relación el coeficiente de absorción y la emisividad del material superficial (relacionado con el color, rugosidad de la superficie, etc), así como lógicamente, la orientación a la que esté el cerramiento. Por ende, en este caso no importan espesores ni tipo de material, solo tipo de terminación y orientación, y por tanto coeficientes de absorción y emisividad. En el gráfico a continuación, se analizan distintos tipos de materiales y su comportamiento ante la radiación, siendo interesante resaltar que cuanto más claro y reflectivo es el mismo (como el caso del aluminio pulido) el porcentaje de absorción desciende notoriamente mientras que el de reflectancia es casi el máximo; en contraposición con materiales muy opacos y oscuros como la pintura negra en donde el efecto es exactamente el contrario al del recientemente mencionado material. Por tal motivo, queda demostrado que a la hora de diseñar una envolvente no solo es fundamental ponderar orientación y materiales, sino sus terminaciones y colorimetrías superficiales, sobre todo las que están más expuestas a la elevada irradiación solar (caso plano horizontal u orientación oeste sobre todo en verano).

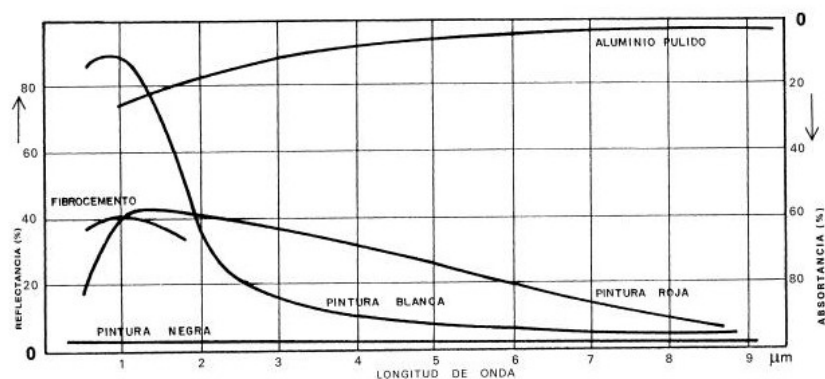


Gráfico 6: Gráfico de comportamiento de materiales opacos ante la radiación

Fuente: FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. Repartido AT01. Diciembre 2002, p.30. [Disponible online]
<http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf>

En los gráficos a continuación, se ilustran las temperaturas equivalentes para varios planos de la latitud 35°S y para un coeficiente de absorción máximo de la superficie exterior (es decir 100%, todo lo que recibe como energía lo transforma en calor), de los que se puede concluir que, por un lado, el plano horizontal es el que recibe la mayor cantidad de radiación independientemente de la época del año y con respecto a los demás planos. Por otro, si bien los planos E y W por ser simétricos reciben la misma energía de radiación, el efecto sobre la W es distinto dado que se conjugan el aporte solar con la temperatura del aire, que para el momento del día en que el sol da hacia esta orientación, la temperatura del aire es mucho mayor que cuando da hacia el E.

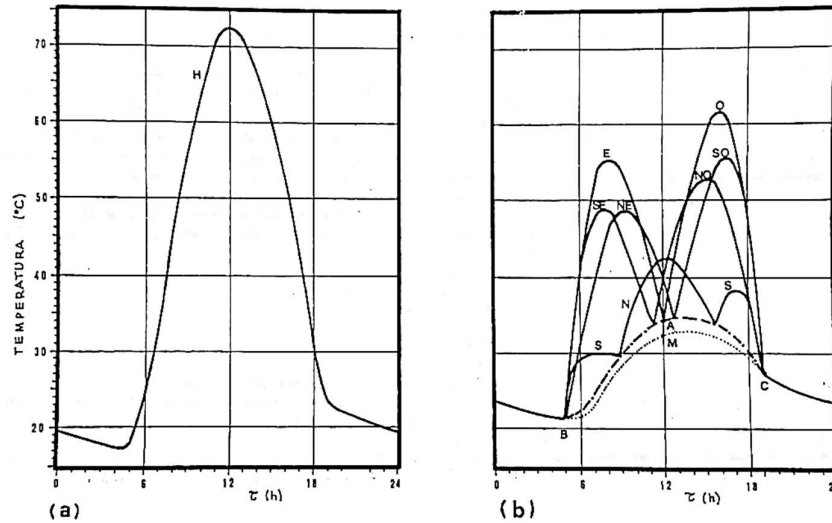


Figura 9.2. Temperaturas equivalentes para varios planos en la latitud 35° S (Montevideo).

Gráfico 7: Temperaturas equivalentes para varios planos en la latitud 35° S (Montevideo)

Fuente: RIVERO, Roberto. Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988, p. 99

La temperatura sol-aire se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$T_{\text{sol-aire}} = T_e + (I_g \times \alpha \times R_{se})$$

Cabe aclarar, que dicha fórmula contempla la temperatura exterior como la temperatura rigurosa de diseño para los meses de verano (más específicamente para el 22 de diciembre), de modo que se está calculando la máxima diaria y el efecto de la temperatura ambiente en las orientaciones E y W no se verá reflejado en los resultados, a menos que se calcule con la temperatura rigurosa para cada plano, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$T_{e\zeta} = t'_{xm} + A \times F_{\zeta}$$

Por lo tanto, la fórmula específica para una hora ζ en que la temperatura del aire exterior se hace máxima de acuerdo al plano de estudio es:

$$T_{\text{sol-aire}\zeta} = T_{e\zeta} + (I_{g\zeta} \times \alpha \times R_{se})$$

Muy vinculado a este parámetro se encuentra la temperatura en la superficie interior de los cerramientos. De alguna forma, en ese mecanismo de transmisión del calor evidentemente la orientación y la terminación superficial exterior tienen mucha incidencia, y esto se verá reflejado en el comportamiento interior del mismo. Evidentemente, la temperatura sol-aire está variando constantemente durante todo el día dado por el efecto de la radiación solar en sus distintas intensidades. Por ende, la transmisión del calor a través de los cerramientos se da en un régimen variable o periódico. Como en los otros casos, se suelen realizar simplificaciones para hacer más asequibles los cálculos y que, en definitiva, aunque no representen fielmente lo que ocurre en la realidad, son parámetros que sirven considerar para comparar con otras

soluciones constructivas y a la hora de la toma de decisiones con respecto a materiales y tipos de terminaciones superficiales de acuerdo a las orientaciones.

En este sentido, la temperatura superficial interior se podrá calcular de acuerdo a la siguiente fórmula:

- Temperatura superficial interior máxima (valor que afecta en verano)
 $T_{sx} = t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) + \mu \theta_s$
- Temperatura superficial interior mínima (valor que afecta en invierno)
 $T_{sn} = t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) - \mu \theta_s$

De igual forma ocurre con el flujo térmico a través de los cerramientos opacos, siendo importante considerar el aporte de la radiación mayormente durante la época estival, a efectos de evitar temperaturas superficiales interiores muy elevadas y por consiguiente un sobrecalentamiento indeseado en el interior de los locales, que afectaría negativamente al confort térmico del usuario (si este parámetro no se tiene en cuenta, no se pueden diseñar correctamente los mecanismos de ventilación natural así como la barrera aislante térmica componente de los cerramientos).

En efecto, a la fórmula estándar del flujo de calor por conducción se le adiciona el aporte de la temperatura sol-aire en verano, quedando de la siguiente forma:

$$q_{cond} = U [(T_{sol-aire} + t_e) - t_i]$$

2.5.7 Factores que propician el crecimiento de los mohos (hongos miceliales o filamentosos) en edificios

En referencia al crecimiento de mohos en el interior de los edificios, existen una serie de factores que afectan de manera directa e indirecta el mismo. Estos factores, se clasifican en abióticos (aquéllos como la disponibilidad de agua, temperatura, nutrientes, el nivel de pH, la radiación UV, el dióxido de carbono y el oxígeno) y bióticos (son las interacciones entre y con otros organismos en forma de predadores, parásitos, oportunistas, etc). Referente a los primeros, los de mayor prevalencia y que influyen directamente en el crecimiento de los mohos (por intervenir en la actividad enzimática y por tanto en la metabólica), son el agua/humedad, temperatura y nutriente disponible. Éstos, cumplen un rol fundamental en la reproducción, en los tipos de especies cuyas esporas proliferarán (por cuanto se traten de mohos xerofílicos o hidrofílicos en base a la cantidad de agua disponible, ó mesofílicos ó termofílicos dependiendo de la temperatura del sustrato), así como en la estructura en general que manifestará la comunidad fúngica (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth, 2005).

En referencia al agua/humedad disponible, no cabe la menor duda de que se trata del factor clave para el crecimiento: por un lado, permite la digestión de los nutrientes, y por otro, favorece la actividad interna de las enzimas. Además, tiene influencia sobre los niveles de pH del sustrato, y es la fuente más importante de hidrógeno y oxígeno (necesarios para la biosíntesis).

Según de cuál especie se trate, tendrá un mínimo requerido de agua y un rango óptimo de humedad fundamentales para su crecimiento. Según FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert. (2017), el agua necesaria para el crecimiento de los mohos conocida como actividad del agua (A_w) es mínima en la generalidad de las especies de

hongos; no obstante, algunas especies particulares pueden crecer a un $A_w = 0.61$ ($A_w = P_0/P$).

La distribución de la humedad en el sustrato es heterogénea y varía de acuerdo a la porosidad del material, cantidad de agua disponible y presión a la que ingresa. Según HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth (2005), en cerramientos horizontales, el contenido de agua será mayor en el punto de ingreso, e irá disminuyendo conforme vaya avanzando en el sustrato y el material absorba de acuerdo a su capacidad higroscópica. En efecto, en el punto de ingreso proliferarán más especies del tipo hidrofílicas, y hacia la periferia de la zona de ingreso predominarán las especies de tipo xerofílicas. Por el contrario, en sustratos verticales, por acción de la gravedad, la mayor concentración de agua se dará en la base, independientemente de donde esté ubicado el punto de ingreso. La distribución de la proliferación de los mohos en función de la preferencia por el agua, persigue el mismo lineamiento que en el caso de cerramientos horizontales.

A continuación, la tabla detalla los rangos de cantidad de agua disponible que necesitan las especies de mohos (hongos miceliales o filamentosos) interiores más comunes:

Moisture Requirements of Common Microorganisms	
Microorganism	Water Activity (% Relative Moisture)
<i>Aspergillus halophilicus</i> and <i>Aspergillus restrictus</i>	0.65–0.70
<i>Aspergillus glaucus</i> and <i>Wallemia sebi</i>	0.70–0.75
<i>Aspergillus chevalieri</i> , <i>Aspergillus candidus</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> , and <i>Aspergillus nidulans</i>	0.75–0.80
<i>Aspergillus favus</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> , <i>Penicillium citreoviride</i> , and <i>Penicillium citrinum</i>	0.80–0.85
<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium notatum</i> , <i>Penicillium islandicum</i> , and <i>Penicillium urticae</i>	0.85–0.90
Yeasts, bacteria, and many molds	0.95–1.00

Source: ICMSF. *Microbiological Ecology of Foods*. Academic Press, New York (1980).
With permission.

Tabla 5: Cantidad de agua requerida para la proliferación de los mohos de interiores más comunes.

Fuente: HESS-KOSA, Kathleen. *Indoor Air Quality. The latest sampling and analytical methods*. New York: CRC Press. 2011. 397 p. ISBN: 978-143-982-665-2 p. 69

El segundo factor en orden de prevalencia es la temperatura. A efectos de su correcto crecimiento, los mohos tienen una temperatura mínima requerida y un rango óptimo. La temperatura tiene un doble efecto directo sobre el crecimiento de los mohos: por un lado, sobre la tasa de crecimiento; por otro, sobre la actividad del agua en el sustrato. Esto hace referencia fundamentalmente a los problemas higrotérmicos debidos a deficiencia energética: las condensaciones que se producen cuando la temperatura de las capas es menor a la temperatura de rocío. Sobre todo, en el caso de las condensaciones intersticiales, el sustrato resulta oficiando de reservorio de agua que permite luego la proliferación de mohos, en condiciones ambientales interiores que aparentemente no permitirían que se generaran condensaciones superficiales. Esto da como resultado la saturación de los sustratos a causa de las condensaciones (FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert. 207), que no solo culminan en la formación de colonias de mohos, sino muchas veces en otras patologías como

eflorescencias y por supuesto, el consecuente desmedro de los materiales, muchas veces, irrecuperables de su estado original.

Los mohos son organismos tan particulares, que pueden permanecer latentes por largos períodos por causa de una temperatura no apta para su crecimiento, esperando que se suministren nuevamente las condiciones mínimas de humedad y temperatura (VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. 2016)

De los tres factores fundamentales que condicionan el crecimiento de los mohos, resta por describir las necesidades nutricionales que tienen. Como se mencionó precedentemente, los materiales donde proliferan son la fuente de nutrición de los mohos, y de ellos dependen la capacidad de producir micotoxinas. En el proceso de la biosíntesis, algunos hongos requieren de, entre otros elementos, vitaminas como la biotina y tiamina, además de zinc y manganeso, fundamentales para la función enzimática y por tanto, para el metabolismo (MOORE-LANDECKER, E. 1996)

Los mohos pueden crecer en cualquier material de construcción (de preferencia orgánicos por su elevado contenido en celulosa, y además, porosos), siempre que se disponga del mínimo de contenido de agua requerida para su crecimiento. La celulosa es la principal fuente alimentaria, siendo en general el principal componente de la materia orgánica. El polvo doméstico reúne proteínas de humanos y animales (por ejemplo, células epiteliales), así como desechos de materia orgánica en general. (BAILEY, Hollace. 2005). Por ello, la mayor parte de los mohos aislados de ambientes interiores son muy susceptibles a proliferar en los cerramientos mayormente con polvo doméstico.

Finalmente, se encuentran los factores de menor incidencia: el pH, el oxígeno y la disponibilidad de la radiación ultravioleta. Respecto al primero, la generalidad de las especies de mohos necesita de un pH entre 5.5 y 6.5. El pH del medio es importante por los minerales disponibles involucrados en la actividad enzimática y por tanto, en su metabolismo. Por cuanto el oxígeno, en realidad no es fundamental para la supervivencia ya que pueden apelar a la fermentación para ello. La disponibilidad de la radiación ultravioleta en definitiva ejerce un papel “purificador” ya que está directamente relacionada con la producción de metabolitos (haciendo que disminuya la producción de micotoxinas), sin tener ningún tipo de influencia sobre el crecimiento de los mohos en sí (VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. 2016).

2.5.8 Los mohos en los edificios: materiales que ofician de nutrientes para su crecimiento, géneros y especies más comunes

En la naturaleza, existen más de 100.000 especies de mohos (hongos miceliales o filamentosos), de los cuales, entre 100-150 pertenecen a mohos de ambientes interiores (SAMSON *et al* 2010; MILLER, 2011; como se cita en SAMSON, Robert A. OLAF C. G. Adan. 2011, p. 101). La mayor parte de ellos son del tipo filamentosos, dado que su estructura está formada por hifas que forman micelios (SAMSON, Robert A. OLAF C. G. Adan. 2011)

La proliferación de mohos en los ambientes interiores depende de varios factores, entre ellos y en orden de prevalencia, la disponibilidad del agua/humedad como factor principal, en segundo lugar la temperatura ambiente, y por último, el nutriente adecuado. Entre ellos, el de mayor preferencia son las materias orgánicas que contienen celulosa, aunque pueden crecer prácticamente sobre cualquier superficie (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth, 2005). Específicamente sobre los nutrientes y materiales de construcción, los temas han sido desarrollados en los ítems 2.5.7 *Factores que propician el crecimiento de los mohos en los edificios*, y en el 2.3.2 *Contaminantes biológicos: caso particular del efecto nocivo de las micotoxinas producto de los mohos*.

El género más común que se ha aislado en interiores es *Cladosporium* spp., seguido por *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp., siendo también los reportados como mayores causantes de alergias en los usuarios (HESS-KOSA, Kathleen. 2011).

A continuación, se expone una tabla con los géneros de mohos más comunes en interiores, relacionada con los lugares donde crecen en la naturaleza y los materiales en interiores de donde han sido aislados:

Characteristics of Molds

Genus	Where Found in Nature	Substrates/Conditions for Growth Indoors
<i>Acremonium</i>	soil, dead organic debris, hay, food stuffs	rotting food; very wet conditions
<i>Alternaria</i>	soil, dead organic debris, food stuffs, textiles (some plant pathogens)	cellulose and leather; 84–88% relative moisture; some can grow at freezing temperatures
<i>Arthrinium</i>	soil, decomposing plant material	rarely encountered indoors
<i>Aspergillus</i>	soil, decaying plant debris, compost piles, stored grain	cellulose; 65–98% relative moisture
<i>Aureobasidium</i>	soil, forest soils, fresh water, aerial portion of plants, fruit	widespread where moisture, especially in bathrooms and kitchens, on shower curtains, tile grout, window sills, textiles, liquid waste
<i>Beauveria</i>	soil, plant debris, dung, insect parasites	rarely encountered indoors
<i>Botrytis</i>	soil, stored and transported fruit and vegetables, plant pathogen, saprophyte on flowers, leaves, stems, and fruit, leaf rot on grapes, strawberries, lettuce, cabbage, onions	grows on indoor plants; >93% relative moisture
<i>Candida</i> (yeast)	endosymbionts	<i>Candida albicans</i> is generally expelled by humans who have been on long term antibiotics or steroids
<i>Ceratocystis</i> , <i>Opiostoma</i>	commercial lumber, tree, and plant pathogen	"lumber mold"; associated with freshly cut lumber; indoor exposures may not be associated with water damage; >16% moisture content
<i>Cercospora</i>	parasite of higher plants, causing leaf spot	rarely encountered indoors
<i>Chaetomium</i>	soil, seeds, cellulose substrates, dung, woody and straw materials	cellulose
<i>Cladosporium</i>	soil of many different types, plant litter, plant pathogen, leaf surfaces, old or decayed plants	textiles, cellulose, moist window sills, wet duct insulation, tile grout, places where relative humidity is greater than 50%; 82–88% relative moisture; some can grow in freezing temperatures
<i>Curvularia</i>	plant debris, soil, facultative plant pathogens of tropical and subtropical plants	variety of substrates
<i>Drechslera</i> , <i>Bipolaris</i> , and <i>Exserohilum</i>	plant debris, soil, plant pathogens (particularly grasses)	variety of substrates
<i>Epicoecum</i>	plant debris, soil, secondary invader of damaged plants	paper, textiles, and insects; >86% relative moisture
<i>Fusarium</i>	soil, saprophytic or parasitic on plants, plant pathogens	cellulose, cooling coils in air handlers, carpeting, textiles, seeds and fruits; 86–91% relative moisture
<i>Mucor</i>	organic matter, dung, soil	variety of substrates, rotting food, soft fruits and fruit juices; 90–94% relative moisture
<i>Myrothecium</i>	grasses, plants, and soil; decaying fruiting bodies of <i>Russula</i> mushrooms	rarely encountered indoors
<i>Nigrospora</i>	decaying plant material and soil	rarely encountered indoors
<i>Paecilomyces</i>	soil and decaying plant material, composting processes, legumes, cottonseeds, some species parasitize insects	jute fibers, paper, PVC, timber (oak wood), optical lenses, leather, photographic paper, cigar tobacco, harvested grapes, bottled fruit, and fruit juice undergoing pasteurization; >80% relative moisture; some can grow at temperatures as high as 122°F
<i>Penicillium</i>	soil, decaying plant debris, compost piles, and rotten fruit	cellulose, dried foods, cheeses, fruits, herbs, spices, cereals, carpet, and glues; 80–90% relative moisture
<i>Periconia</i>	soil, blackened and dead herbaceous stems and leaf spots, grasses, rushes, sedges	rarely encountered indoors
<i>Phoma</i>	plant material, soil, fruit parasite	cellulose, reverse side of linoleum (e.g., glue); cement, paint, paper, wool, and rotting food (e.g., rice and butter); spores not readily disseminated by air currents
<i>Pithomyces</i>	dead leaves, soil, grasses	cellulose
<i>Rhinochadiella</i>	soil, herbaceous substrates, and decaying wood	variety of substrates, found around wine cellars on brickwork and adjacent timber
<i>Rhizopus</i>	forest and cultivated soils, decaying fruits and vegetables, animal dung, and compost; a parasitic plant pathogen on cotton potatoes, and various fruits	variety of substrates, food; 90–93% relative moisture
<i>Sporobolomyces</i> (yeast)	tree leaves, soil, rotting fruit, other plant materials, associated with lesions caused by other plant parasites	variety of substrates very wet conditions
<i>Stachybotrys</i>	soil, decaying plant substrates, decomposing cellulose (hay, straw), leaf litter, and seeds	cellulose, jute, wicker, straw baskets; 91–94% relative moisture
<i>Stemphylium</i>	soil, wood, decaying vegetation, some species plant pathogens	rarely encountered indoors
<i>Torula</i>	soil, dead herbaceous stems, wood, grasses, sugar beet root, ground nuts, and oats surface of unglazed ceramics, and cellulose	cellulose
<i>Trichoderma</i>	soil, decaying wood, grains, citrus fruit, tomatoes, sweet potatoes, paper, textiles, damp wood	paper, tapestry, wood, rotting food
<i>Ulocladium</i>	soil, dung, paint, grasses, fibers, wood, decaying plants, paper, and textiles	gypsum board, paper, paint, tapestries, jute, and other straw materials; high water requirement, relatively dry surfaces
<i>Wallemia</i>	soil, food stuffs, hay, textiles, salted fish	wood/lumber in crawl spaces, textiles and mattresses (e.g., likely to thrive on skin cells in dust); 65–87% relative moisture

Excerpted from "Characteristics of Some Commonly Encountered Fungal Genera."¹⁰
Supplemented from "Ecometrex Fact Sheet-Moisture Requirements for Mold Growth." www.ecometrex.com/moisture.htm;
"Candida (genus)." [www.en.wikipedia.org/wiki/Candida_\(genus\)](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Candida_(genus)); and "Pasteur Laboratory-Some Common Fungi and Their Health Effects." www.pasteurlaboratory.com/common1.htm
cellulose—drywall paper, cellulose ceiling tiles (not fiberglass), jute (e.g., natural carpet backing), and untreated lumber

Tabla 6: Mohos más comunes de ambientes interiores.

Fuente: HESS-KOSA, Kathleen. *Indoor Air Quality. The latest sampling and analytical methods*. New York: CRC Press. 2011. 397 p. ISBN: 978-143-982-665-2 p. 62, 63, 64.

2.5.9 Evaluación de mohos (hongos miceliales o filamentosos) en edificios: metodología

Los procedimientos de evaluación de edificios con problemas vinculados a humedades y proliferación de mohos, con un enfoque en la eficiencia energética y en la calidad del aire interior, dependen en general del objetivo que se tenga: ya sea diagnosticar los tipos de humedades y sus causas, ya sea realizar un estudio epidemiológico derivado de las denuncias por afectaciones en la salud de los usuarios, ya sea contabilizar y determinar los contaminantes en el aire, realizar un estudio del escenario de base acerca de las condiciones ambientales interiores, o bien realizar un plan de erradicación de las patologías edilicias y/o de verificación acerca de la eficacia de dicho plan. Para ello, existen diversas normas y guías internacionales (de carácter optativo y voluntario), que sirven a efectos de planificar una metodología de evaluación y análisis normalizada y verificada – ver *ítem 2.7 Normalización y regulación* -.

Las etapas básicas de estas auditorías son las siguientes:

1. Inspección general
2. Planificación del Plan de Auditoría
3. Recopilación de datos
4. Análisis de los datos recabados
5. Conclusiones
6. Recomendaciones

La etapa preliminar de inspección general, comprende la observación visual del edificio (que incluye un recorrido por las zonas visiblemente afectadas e incluso por las que aparentemente están bien conservadas), así como una conversación con el usuario quien deberá relatar acerca de la cronología de los problemas de humedad en el inmueble. Asimismo, esta etapa contempla el análisis de toda la documentación disponible (gráficos, detalles constructivos, memoria descriptiva de la obra, así como cualquier informe profesional previo sobre diagnóstico de otras patologías o de informes acerca de intervenciones u obras previas). Otro aspecto fundamental a averiguar es el estado de salud y afectaciones que manifiestan los usuarios, a efectos de hipotetizar sobre su posible relación a la exposición a bioaerosoles. En esta etapa se deben registrar aspectos generales del edificio: imágenes de recorrido, notas y comentarios generales así como tomar algunas mediciones puntuales a efectos de obtener conclusiones primarias del problema y poder planificar en función de ellas las etapas siguientes. Otro punto fundamental también es conocer la antigüedad del inmueble, ya que esto dará mucha información acerca de los métodos de construcción por la época de la que se trate y por lo tanto, permitirá sacar unas conclusiones primarias acerca de las posibles causas de los problemas.

Subsiguientemente, se planificará el Plan de Auditoría, dejando establecido las normas bajo la que será realizada, así como los lineamientos utilizados de acuerdo al organismo o institución correspondiente (por ejemplo, recomendaciones de AIHA, ACGIH, etc).

La siguiente etapa de recopilación de datos, que comprende la fase experimental de la auditoría, incluye las mediciones (valores instantáneos y monitoreos o registros o cierto

período) así como la toma de muestras (ensayos destructivos y no destructivos). En este sentido, es fundamental tener bien claro qué se va a medir, cómo, cuándo, y durante cuánto tiempo; siendo en función de ello la elección de los equipos necesarios. Otro aspecto a planificar es cuáles serán las tomas instantáneas y cuáles serán registradas por un período de tiempo, siempre en función de lo que se quiere conocer. Algunos valores es preciso conocerlos en períodos de tiempo para comprender cómo interactúan varios factores entre sí en función del tiempo. Esto refleja la operativa del edificio y las agendas de uso en relación a aspectos ambientales. Este tipo de registros temporales permiten al evaluador conocer áreas potencialmente adecuadas para la proliferación de mohos de acuerdo a sus condiciones ambientales interiores, así como confirmar hipótesis tomadas acerca de las causas de la actividad fúngica en cierta zona del edificio.

Respecto a los instrumentos de medida, entran en juego parámetros como la sensibilidad, resolución, precisión, exactitud, calibración y tiempo de respuesta, parámetros que en definitiva harán que se opte por un equipo en contraposición con otro, con el objetivo de que las mediciones sean confiables y certeras. Vale la aclaración, que todos estos instrumentos deberán de ser elegidos conforme también a alguna norma estándar internacional.

Los equipos mínimos necesarios para este tipo de auditorías son:

- Termómetros (digitales, láser, de hilo caliente) para medir temperatura del aire, temperatura de las superficies de los cerramientos, y también podría incluirse algún termómetro de globo a efectos de realizar alguna valoración de confort térmico.
- Medidor o monitor de humedad relativa del aire (higrómetro y psicrómetro).
- Medidor o monitor de CO₂ (no es una medida directa relacionada con la inspección de humedad y mohos, pero está estrechamente vinculada con las renovaciones de aire, aspecto que tiene relación con el control de la humedad relativa ambiental y por ende, con el microclima ideal para la actividad fúngica). Otra forma más confiable de medir las renovaciones de aire, es mediante técnica de gases trazadores (aunque resulta algo peligrosa si no se realiza por operadores con experiencia en el tema y bajo estrictos protocolos, siguiendo la norma correspondiente) ó mediante ensayo de “blower door”, tecnología altamente costosa y que también requiere de operadores certificados para su uso e interpretación de resultados.
- Higrómetro (capacitivo o resistivo) para medir el contenido de humedad acumulado en los materiales constructivos.
- Cámara termográfica (infrarroja), herramienta útil y eficaz para encontrar fallas en la envolvente desde el punto de vista energético e hidro repelente, y patologías en general relacionadas con el ingreso indeseado de agua. La contracara del uso de esta herramienta es su alto costo y sobre todo, la necesidad de un operador con conocimientos en la temática. Ello a efectos de utilizarla sin margen de error (por ejemplo, no utilizarla con demasiado viento ya que genera interferencias, o si se desea efectuar una medición cuantitativa, no tomar imágenes de cerramientos expuestos al sol directo o en el horario en que esté comenzando a liberar el calor acumulado por la inercia, ya que va a dar resultados erróneos). En este sentido, otra cuestión fundamental es interpretar correctamente los resultados.

Referente a los métodos de muestreo, en este caso existen opciones de muestreo de aire (a efectos de cuantificar y caracterizar las esporas en suspensión en el aire), y los muestreos de superficie (cuyo objetivo es caracterizar como primer acercamiento, a los mohos visibles macroscópicamente en género). Al igual que con el uso de algunos de los equipos mencionados precedentemente, la selección del método de muestreo implica una necesaria base de conocimiento técnico en materia de aerobiología y micología, así como estar en constante actualización de los avances científicos por cuanto las técnicas van cambiando constantemente (HEINSOHN, Patricia, 2007)

Por un lado, los muestreos de aire, implican muestrear esporas (denominados “spore trap sampling”) ó muestrear mohos cultivables (“culturable fungi sampling”). El primero, incluye las opciones de Air-o-Cell®, Allergenco, Burkard ó MCE (Mixed Cellulose Ester Cassette). Del segundo, las opciones son Andersen N-6, SSA Super 90 ó RCS (Reuter Centrifugal Sampler) (HEINSOHN, Patricia, 2007)

Por otro, referente a los métodos de muestreo de superficie, las opciones son las siguientes: hisopo estéril, cinta, muestreo masivo, placa de contacto con la superficie y polvo asentado. Las muestras tomadas con las técnicas de hisopo, casete de polvo asentado y placa de contacto con la superficie, se analizan bajo cultivo, mientras que las muestras tomadas con cinta se analizan directamente en microscopio. Las muestras realizadas con muestreo masivo se analizan de ambas formas (HEINSOHN, Patricia, 2007)

Finalmente, cabe el análisis correspondiente a los resultados y en función de él, realizar las conclusiones del caso y la guía de recomendaciones, que incluyen el plan de acción (con las intervenciones a realizar a efectos de erradicar las causas y los síntomas de la patología), así como un plan de carácter preventivo, para evitar la tendencia a futuro de la aparición de contaminantes biológicos a raíz de problemas de intrusión de humedad en general.

2.6 Los mohos y la salud

2.6.1 La interacción de los mohos y el usuario: efectos en la salud por exposición

Luego del año 1970, en que se define y describe por primera al Síndrome del Edificio Enfermo, como corolario a la gran crisis energética de la época y a sus premisas, se han publicado un sinnúmero de documentos científicos (artículos de revisión académica, estudios epidemiológicos, estudios de casos, etc) que relacionan los problemas de salud en los usuarios de edificios con las patologías edilicias provocadas por filtraciones de agua, humedad contenida en materiales y condiciones ambientales interiores en relación a exceso de humedad relativa crónica. Estas enfermedades se dan básicamente por el exceso de humedad relativa en el aire interior sostenido durante mucho tiempo como, sobre todo, por la presencia de esporas de mohos en el aire, así como sus productos del metabolismo secundario: las micotoxinas.

A partir de la definición del “Síndrome del Edificio Enfermo”, aparecen otros términos como “enfermedades relacionadas con el edificio” (su acrónimo BRI por sus siglas en inglés, “Building-related illness”), según AIHA, para describir enfermedades para las cuales su diagnóstico específico puede confirmar la presencia o ausencia de la condición (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth, 2005). En la misma línea, la ACGIH atribuye la mayor cantidad de problemas de salud del usuario de los edificios a los contaminantes biológicos del tipo de esporas fúngicas y micotoxinas, ambos presentes en el aire (ACGIH, 1999). Entiéndase como contaminante o agente biológico a los *“microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad”*. (REAL DECRETO 664/1997, Artículo 2. Definiciones, [disponible online] <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-11144> [consulta febrero 2019])

Tal como se mencionó precedentemente, el daño que puede causar la exposición del usuario a este tipo de bioaerosoles en el aire, dependen de varios factores como ser, tiempo de exposición, niveles de concentración en el aire, la predisposición orgánica del usuario, las micotoxinas de que se traten, e incluso indirectamente, de la cantidad y calidad en las renovaciones de aire, las condiciones ambientales interiores de los ambientes, así como la posibilidad y tipo de nutriente a efectos de la proliferación de las esporas (VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. 2016).

Algunos de los géneros más comunes de mohos de interiores que producen alérgenos de tipo I son *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp. y *Penicillium* spp., todos géneros asociados a los trastornos de asma en el usuario (INSHT. NTP 802, 2008).

Las enfermedades comprendidas en la categoría de las “enfermedades relacionadas con el edificio”, pueden ser del tipo alérgica, infecciosa o tóxica, dependiendo de la manifestación y respuesta del organismo humano sobre ella (IICRC, 2008).

A continuación, se presenta un listado con las enfermedades más comunes derivadas de una exposición a agentes del tipo esporas y micotoxinas, con una breve reseña de la descripción y sintomatología que presentan el paciente:

Asma: “El asma es una enfermedad caracterizada por el estrechamiento reversible de los bronquios debido al aumento de la reactividad bronquial frente a diversos estímulos que producen inflamación” (INSHT. NTP 802. 2008 p. 3 [Disponible online] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/802%20web.pdf> [consulta febrero 2019])

Dicho esto en otras palabras, es una inflamación de las paredes de los bronquios como respuesta a la exposición a algún tipo de alérgeno (en este caso esporas o micotoxinas), haciendo que reduzcan su sección y por lo tanto se limite la cantidad de aire que efectivamente llega a los pulmones. Consecuentemente, los síntomas que manifiestan los pacientes con esta patología son falta de aire, fatiga, sensación de ahogo (INSHT. NTP 802, 2008).

Aspergilosis broncopulmonar alérgica:

“La aspergilosis broncopulmonar alérgica (ABPA) es una afección infrecuente que se produce por inhalación de esporas del hongo Aspergillus (principalmente la especie fumigatus), que desencadena una reacción de hipersensibilidad frente al crecimiento endobronquial del mismo” (AGNETTI, Agustina. ORAUSCLIO, Paola. TROTTA, Romina. DEFRANCHI, Héctor. 2015. p. 234 [Disponible online] http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-236X2015000300010 [consulta: febrero 2019])

En este tipo de enfermedades, las colonias de moho que ingresan a través del sistema respiratorio, crecen en el interior del árbol bronquial. Es frecuente en pacientes con cierta predisposición y que se encuentran susceptibles, provocado por otras enfermedades, como asma o fibrosis quística. (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth, 2005)

Fibromialgia: esta enfermedad, que está bajo la lupa de los médicos en los últimos años, se considera un trastorno que incluye dolores musculares a nivel de todo el cuerpo (con especial énfasis en ciertos puntos como las articulaciones), en conjunto con alteraciones del sueño y cansancio extremo (fatiga crónica). Es un síndrome que se caracteriza por una multiplicidad de síntomas, que pueden variar en cantidad e intensidad dependiendo del individuo. Las causas de la enfermedad al día de hoy son desconocidas, aunque se han relacionado con la actividad fúngica en edificios. Así, una infección relacionada con la presencia de mohos en el ambiente puede ser el punto de activación de la enfermedad. Además, muchos de los síntomas de una enfermedad relacionada con la exposición a los mohos son compartidos por la fibromialgia. (RANA, M. G. 2017. [Disponible online] <https://fibromyalgiaresources.com/fibromyalgia-and-mold/> [consulta febrero 2019])

Infección fúngica oportunista: son infecciones que se producen en pacientes inmunosuprimidos (rara vez ocurren en pacientes sanos). En este sentido, las invasiones sistémicas fúngicas que se presentan en este tipo de individuos

comprometidos se denomina micosis invasiva. Este tipo de infecciones son comunes en ambientes intrahospitalarios, presentándose en este caso en pacientes delicados y con bajas defensas por algún tipo de trasplante de órgano ó problemas renales (diálisis). (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth, 2005)

En general, el género que produce este tipo de infecciones invasoras es el *Aspergillus* spp., siendo la más común la especie *A. fumigatus*. Una de las enfermedades características que generan estos mohos es la Aspergilosis pulmonar crónica necrotizante, enfermedad semi invasiva que acomete en el tejido pulmonar (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth, 2005).

Micotoxicosis: *“El término micotoxicosis hace referencia a un amplio grupo de intoxicaciones causadas por la inhalación, el contacto directo o la ingestión de alimentos que han sido contaminados con micotoxinas”* (SERRANO-COLL, Héctor. CARDONA-CASTRO, Nora. 2015. p. 143 [Disponible online] <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v29n1/v29n1a12.pdf> [Consulta febrero 2019])

Las micotoxinas tienen en el organismo efectos cancerígenos, tóxicos frente a diversos órganos como cerebro, hígado, pulmones, sistema endócrino y/o efectos de inmunosupresión (SERRANO-COLL, Héctor. CARDONA-CASTRO, Nora. 2015)

Neumonitis por hipersensibilidad:

“La neumonitis por hipersensibilidad (NH), también conocidas como alveolitis alérgica extrínseca (AAE) puede definirse como una enfermedad pulmonar de base inmunológica producida por una amplia gama de antígenos que llegan al pulmón por vía inhalatoria, vehiculizados por polvos orgánicos e inorgánicos de procedencia diversa (...)” (INSHT. NTP 802. 2008. p. 4 [Disponible online] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/802%20web.pdf> [consulta febrero 2019])

Existen varios tipos de neumonitis por hipersensibilidad, asociada con la inhalación persistente de un gran número de conidios fúngicos o Actinomycetales en individuos no atópicos. Disnea, tos seca y poca fiebre, aparecen algunas horas después de la exposición. No obstante, en general, los síntomas que presentan suelen ser similares independientemente de si se trata de un tipo u otro, incluyendo malestar general, fiebre, tos, dolores en el cuerpo. En los casos más severos, se da pérdida de peso y del apetito. Los síntomas generales aparecen luego de 4-6 horas de la exposición al contaminante biológico y desapareciendo luego de 18-24 horas. Por tanto el tratamiento indicado para este trastorno es evitar la exposición al agente causante del mismo, en este caso, esporas y micotoxinas (INSHT. NTP 802, 2008).

Rinitis alérgica, sinusitis, conjuntivitis: la rinitis, por un lado, se trata de un trastorno de raíz alérgica, producido por la inflamación de las fosas nasales como respuesta al ingreso a nuestro aparato respiratorio de los alergenos (polen, polvo, esporas). La sintomatología característica son el goteo, picazón y congestión nasal, estornudos y lagrimeo de ojos (INSHT. NTP 802, 2008).

Dado que se trata de la misma parte del sistema respiratorio afectado por la inflamación de las zonas que tienen relación a la nariz y ojos, este trastorno en general está asociado y viene acompañado de sinusitis y conjuntivitis (HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth, 2005)

2.7 Normalización y regulación

2.7.1 Normativa internacional más relevante relacionada a la calidad del aire interior: caso específico de los mohos. Breve reseña

Guías de recomendaciones:

ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists⁷⁷ –

- *Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment*
- *Bioaerosols: Assessment and Control (USA, 1999)*

En ambas publicaciones, presentan metodologías para investigar y remediar los problemas de mohos en edificios, incluyendo la descripción de diversos métodos de muestreo y análisis de aire para determinar y cuantificar bioaerosoles. Cabe hacer la aclaración, que la parte de los bioaerosoles no solo se focaliza en los mohos y sus micotoxinas, sino en contaminantes biológicos en general (endotoxinas, pólenes, ácaros, entre otros).

AIHA American Industrial Hygiene Association⁷⁸ –

- *Field Guide for the Determination of Biological Contaminants in Environmental Samples (USA, 2005)*
- *Recognition, Evaluation and Control of Indoor Mold (USA, 2008)*

Ambas publicaciones, complementarias entre sí, presentan una revisión del Estado del Arte sobre los mohos en edificios, las afectaciones en la salud del usuario que generan y los desmedros en los materiales de construcción en general (la primera); y desde un punto de vista experimental, presenta una revisión completa de los métodos de evaluación, muestreo de aire y de superficie, así como el análisis posterior de los resultados.

CCOHS Canadian Centre for Occupational Health and Safety⁷⁹; Government of Canada –

- *Indoor air quality: moulds and fungi*
- *Residential Indoor Air Quality Guideline: Moulds*
- *Addressing moisture and mould in your home*
- *Reduce Humidity, Moisture and mould*

El Gobierno de Canadá en conjunto con el Centro de Seguridad y Salud Ocupacional, publicaron esta serie de guías sobre distintos aspectos que involucran a las humedades

⁷⁷ ACGIH disponible online <https://www.acgih.org/>

⁷⁸ AIHA disponible online <https://www.aiha.org/Pages/default.aspx>

⁷⁹ CCOHS disponible online <https://www.ccohs.ca/>

en los edificios: presentan una revisión sobre las generalidades de los mohos, sobre su evaluación y tratamiento; así como temas inherentes a las condiciones ambientales óptimas que propician la proliferación de estos agentes.

CDC Centers for Disease Control and Prevention⁸⁰ – *Mold Prevention Strategies and Possible Health Effects in the Aftermath of Hurricanes and Major Floods (USA, 2006)*. Esta guía está enfocada a los problemas endémicos de mohos generados en edificios luego de desastres naturales como inundaciones y huracanes. Apunta a cómo tratar estas edificaciones dañadas luego de las catástrofes, en oportunidad del regreso del usuario, sobre todo en lo que respecta a las afectaciones de la salud. Los temas que aborda son evaluación de la exposición a los contaminantes, limpieza, erradicación de los mismos, efectos en la salud y recomendaciones para evitar la tendencia a que vuelvan a aparecer.

CDC / NIOSH National Institute for Occupational Safety and Health⁸¹ –

- *Dampness and Mould Assessment Tool for General Buildings (USA, 2018)*
- *Sampling and characterization of bioaerosols (USA, 1996)*

La primera publicación, es una breve guía para el diagnóstico y evaluación de humedades y mohos en edificios.

La segunda publicación, presenta una revisión completa de los tres métodos de muestreo de aire para bioaerosoles. Además, plantea una discusión sobre la influencia que tienen las condiciones ambientales durante las actividades de muestreo. Se desarrolla un marco técnico extenso sobre medios de cultivo óptimos, procedimientos para el conteo de organismos en el aire y para la caracterización de los mismos.

EPA Environmental Protection Agency⁸² –

- *A brief guide to mold, moisture and your home (USA, 2012)*
- *Moisture control guidance for building design, construction and maintenance (USA, 2013)*

La primera, presenta metodologías para investigar y remediar los problemas de mohos en edificios, incluyendo además técnicas para el control y la prevención. Los sub clasifican en edificios residenciales y comerciales.

La segunda publicación, presenta la teoría general sobre la humedad y los mohos en edificios, y todo lo inherente al diseño, construcción y uso del edificio para evitar la tendencia a la aparición de humedades en general.

⁸⁰ CDC disponible online <https://www.cdc.gov/>

⁸¹ CDC/NIOSH disponible online <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/>

⁸² EPA disponible online <https://www.epa.gov/>

IICRC Institute of Inspection Cleaning and Restoration Certification⁸³ –

- *ANSI/IICRC S500 Standard and Reference Guide for Professional Water Damage Restoration (USA, 2015)*
- *ANSI/IICRC S520 Standard and IICRC R520 Reference Guide for Professional Mold Remediation (USA, 2015)*

Ambas normas, de carácter voluntario, presentan una guía de protocolos que deben de ser llevados a cabo para el tratamiento y remediación de edificios dañados por la entrada de agua (S500), y dañados por la proliferación de mohos (S520). No son guías de evaluación ni diagnóstico.

INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo⁸⁴ –

- *NTP 203: Contaminantes biológicos: evaluación en ambientes laborales*
- *NTP 243: Ambientes cerrados: calidad del aire - Año 1989*
- *NTP 288: Síndrome del edificio enfermo: enfermedades relacionadas y papel de los bioaerosoles*
- *NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo - Año 1991*
- *NTP 290: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario para su detección - Año 1991*
- *NTP 299: Método para el recuento de bacterias y hongos en aire - Año 1993*
- *NTP 335: Calidad de aire interior: evaluación de la presencia de polen y espores fúngicas - Año 1994*
- *NTP 351: Micotoxinas (aflatoxinas y tricotecenos) en ambientes laborales*
- *NTP 380: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario simplificado - Año 1995*
- *NTP 409: Contaminantes biológicos: criterios de valoración - Año 1996*
- *NTP 431: Caracterización de la calidad del aire en ambientes interiores - Año 1996*
- *NTP 488: Calidad de aire interior: identificación de hongos - Año 1998*
- *NTP 608: Agentes biológicos: planificación de la medición*
- *NTP 802: Agentes biológicos no infecciosos: enfermedades respiratorias*
- *NTP 1064. Calidad del aire interior. Contaminantes biológicos (I): estrategia de muestreo*
- *NTP 1065. Calidad del aire interior. Contaminantes biológicos (II). Tipos de muestreo*
- *Calidad del ambiente interior.*
- *Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos (2014)*
- *Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación.*

El Gobierno Español, presenta una extensa lista de guías de buenas prácticas de carácter voluntario, relacionadas con el análisis, diagnóstico, control y prevención de los contaminantes biológicos –mohos (hongos miceliales o filamentosos)- en edificios. Presenta cuestionarios, protocolos para su evaluación experimental. Además, hace

⁸³ IICRC disponible online <https://www.iicrc.org/>

⁸⁴ INSHT disponible online

<http://www.insht.es/portal/site/RiesgosBiologicos/menuitem.70332c951b3ee1d06a14cc1c180311a0/?vgnextoid=e8474c0545b1d310VgnVCM1000008130110aRCRD>

referencia a las afectaciones en la salud del usuario, con una revisión completa de las enfermedades causadas por los mohos y sus bioaerosoles.

NCCEH National Collaborating Centre For Environmental Health⁸⁵ - *Mould Remediation Recommendations* (CANADA, 2014). En este artículo de revisión bastante breve, resume las principales estrategias de remediación de mohos en edificios, así como una breve guía para la prevención de la tendencia a la formación de mohos.

OSHA Occupational Safety and Health Administration⁸⁶ - *Building Assessment, Restoration, and Demolition. Mold Remediation (USA)*. Presentan metodologías para evaluar y remediar los problemas de enmohecimiento en edificios, incluyendo además protocolos para la demolición y disposición final de los materiales afectados.

WHO World Health Organization⁸⁷ – *Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould (USA, 2009)*. Presenta una revisión completa sobre el Estado del Arte referente a los problemas de salud asociados a los daños en edificios causados por humedad y mohos. También hace una revisión acerca de los factores que propician el crecimiento de mohos y recomendaciones para prevenir o controlar su crecimiento en ambientes interiores.

Normas internacionales:

AENOR – Comité Técnico de Normalización CTN 77/SC 2 – AIRE⁸⁸

- *UNE-EN ISO 16000-1:2006 Aire de Interiores. Parte 1: Aspectos generales de la estrategia de muestreo.*
- *UNE-EN ISO 16000-19:2006 Aire de Interiores. Parte 19: Estrategia de muestreo para mohos.*
- *UNE-EN ISO 16000-32:2006 Aire de Interiores. Parte 32: Investigación de la presencia de contaminantes en los edificios.*

Éstas son normas de carácter experimental, presentan la preparación para los procedimientos de muestreo en general, y, particularmente, los protocolos de muestreo de aire para bioaerosoles provenientes de mohos: procedimientos para el conteo de esporas en el aire y para la caracterización de las mismas.

ASTM – Subcomité D22.08 de evaluación, muestreo y análisis de microorganismos⁸⁹

⁸⁵ NCCEH disponible online <http://www.ncceh.ca/>

⁸⁶ OSHA disponible online <https://www.osha.gov/>

⁸⁷ WHO disponible online <https://www.who.int/home>

⁸⁸ AENOR disponible online <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/comites-tecnicos-de-normalizacion/comite/?c=CTN%2077/SC%202>

⁸⁹ ASTM International disponible online <https://www.astm.org/COMMIT/SUBCOMMIT/D2208.htm>

- *D6329-98(2015) Standard Guide for Developing Methodology for Evaluating the Ability of Indoor Materials to Support Microbial Growth Using Static Environmental Chambers*
- *D7338-14 Standard Guide for Assessment Of Fungal Growth in Buildings*
- *D7391-17e1 Standard Test Method for Categorization and Quantification of Airborne Fungal Structures in an Inertial Impaction Sample by Optical Microscopy*
- *D7658-17 Standard Test Method for Direct Microscopy of Fungal Structures from Tape*
- *D7788-14 Standard Practice for Collection of Total Airborne Fungal Structures via Inertial Impaction Methodology*
- *D7789-12 Standard Practice for Collection of Fungal Material from Surfaces by Swab*
- *D7910-14 Standard Practice for Collection of Fungal Material From Surfaces by Tape Lift*
- *D8068-18 Standard Practice for Collection of Culturable Airborne Fungi or Bacteria on Agar Plates by Inertial Impaction Systems*
- *STP1071 Mycotoxins and Indoor Air Quality*
- *WK17177 New Test Method for Examination of Fungal Structures on Tape Lift Samples by Optical Microscopy*
- *WK28565 New Practice for the Collection of Culturable Airborne Fungi or Bacteria on Agar Plates by Inertial Impaction Systems*
- *WK49764 New Test Method for Standard method for the analysis of swabs for fungi*
- *WK52711 Post-Remediation Verification (PRV) Following a Fungal Remediation Project*
- *WK64471 Standard Test Method for Assessment of Fungal biomass on Surfaces or Coatings by measuring -N-acetylhexosaminidase activity*

Presentan, por un lado, una guía completa para la evaluación y el diagnóstico de humedades en edificios, incluyendo normas prácticas de muestreo en sitio y de análisis en laboratorio, en lo que respecta a muestreo de aire (caracterización y cuantificación de esporas fúngicas en el aire) y de mohos visibles en superficies (caracterización de géneros y especies de mohos visibles).

ISO – Comité Técnico ISO/TC 146/SC 6 Indoor Air⁹⁰

- *ISO 16000-1:2004 Indoor Air – Part 1: General aspects of sampling strategy*
- *ISO 16000-18:2011 Indoor Air – Part 18: Detection and enumeration of moulds – Sampling by impaction*
- *ISO 16000-19:2012 Indoor Air – Part 19: Detection and enumeration of moulds – Sampling by filtration*
- *ISO 16000-32:2014 Indoor Air – Part 32: Investigation of buildings for the occurrence of pollutants*

Íbidem normas AENOR – Comité Técnico de Normalización CTN 77/SC 2 – AIRE

⁹⁰ ISO disponible online <https://www.iso.org/committee/52822.html>

METODOLOGÍA

3.1 Procedimiento de trabajo, normas aplicadas y herramientas utilizadas.⁹¹

3.1.1 Descripción

3.1.1.1 Justificación de la elección de la población de estudio y de la unidad de análisis.

Esta investigación se focaliza en la evaluación de Cooperativas de Vivienda del Dpto. del Dpto. de Montevideo y de construcción tradicional, enfocada en la proliferación de contaminantes biológicos –mohos (hongos miceliales o filamentosos)-, su vinculación con el diseño del detalle constructivo y los materiales, y su interacción con la salud del usuario y la generación de una mala calidad del aire interior. Su abordaje es teórico-práctico en varios ejes temáticos de forma de poder tener un modelo abarcativo y evaluar la problemática desde una visión más global e integradora.

Pero... ¿Por qué la vivienda social?

El Estado, desde hace ya casi dos décadas ha integrado como Política de Estado a la preocupación y la ocupación en el desarrollo de los programas habitacionales. Dicho esto mismo en el Plan Quinquenal de Vivienda 2015-2019, “...ello supone incorporar a las políticas sociales, el derecho a la vivienda en y a, un hábitat sustentable como derecho humano básico”. (MVOTMA. Plan Quinquenal de Vivienda, 2015-2019, p. 5)

Por supuesto esto implica “aggiornarse” a las nuevas condiciones y a los nuevos requerimientos en pro de una sociedad en crecimiento constante: “*el derecho a la vivienda adecuada es un concepto que va más allá del mero hecho de contar con un techo y cuatro paredes. Es el derecho de todo hombre, mujer, joven, niño/a, a acceder y mantener un hogar y una comunidad seguros de poder vivir en paz y dignidad*”. (MVOTMA. Plan Quinquenal de Vivienda, 2015-2019, p. 5)

En este marco, las políticas habitacionales deben contemplar una multiplicidad de variables que interactuarán entre sí, en pro de lograr los objetivos planteados.

⁹¹ El presente ítem 3.1, fue en parte extraído de la Tesis de Especialización de la misma autora de la presente investigación, adaptándolo al nuevo enfoque del problema y a los Estudios de Caso correspondientes: SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envoltentes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018. 237 p. [Disponible online] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

Básicamente estas variables incluyen la participación de los actores pertenecientes a la sociedad en sus distintos niveles y especialidades, los recursos económicos y humanos que tiene el Estado como instrumentos para llevar a cabo dichos objetivos, los “estándares mínimos” para el correcto funcionamiento de la Vivienda Social definidos por el MVOTMA, así como un marco normativo que regule estos estándares y contemple una sana convivencia de estas Políticas simultáneamente con las demás estipuladas por el Gobierno de turno. Así, como forma de apoyo a este accionar, nace hace más de 10 años la Comisión Asesora de Vivienda, comisión que nuclea a todos los actores que se mencionaron precedentemente, y que reformularon la antigua Ley Nacional de Vivienda de 1968 (con el propósito que se mencionó con anterioridad, el de “aggiornarse” a las condiciones de la sociedad actual). En esta nueva formulación de la Ley, en resumidas cuentas, se plantea:

“...una vivienda adecuada a la composición del núcleo familiar respetando los ciclos vitales del mismo, con prescindencia de las capacidades económicas, con estándares establecidos de confort térmico, durabilidad y mantenimiento, y asociada a su localización; de modo de garantizar la presencia de servicios imprescindibles para la vida cotidiana: infraestructura sanitaria sustentable, agua potable, electricidad, accesibilidad, educación y salud”. (MVOTMA. Plan Quinquenal de Vivienda, 2015-2019, p. 7)

Por tanto, se entiende que al tratarse de una política que tomó el carácter de Política de Estado y al depender de un organismo público, es lógico que sea la producción edilicia que esté más monitoreada e inventariada, no solo a nivel proyectual sino también de la obra, comparada con la vivienda de carácter privado, en donde a lo único que se tiene acceso es a los permisos de construcción almacenados en la Municipalidad. Este relevamiento y monitoreo estadístico es importante como base de este trabajo para conferirle un rigor técnico a la selección de la población de estudio.

Por otro lado, y como opinión personal, es fundamental que el trabajo de especialistas en distintas materias deba ser de utilidad a los niveles sociales con menos recursos en pro de una mejora de su calidad de vida; pero sobre todo, a aquellos organismos que dedican sus esfuerzos en intervenir en dichas franjas menos pudientes.

Ya en un nivel de análisis más micro, la justificación de la elección de la población de estudio está basada en criterios estadísticos: tomando como períodos de estudio los de los últimos dos Planes Quinquenales de Vivienda 2005-2010 y 2010-15, (10 años hacia atrás), se analizó la producción edilicia según soluciones habitacionales. El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (en adelante, MVOTMA), subdivide a la vivienda social en una serie de programas habitacionales que actúan sobre los distintos estratos sociales, con sus respectivas necesidades y requerimientos a intervenir. Dentro de estos programas, el que tuvo mayor producción edilicia en los últimos 10 años según los Planes de Vivienda, fueron las Cooperativas de Vivienda (con una presencia del 27% durante el 2005-2010 y del 35% durante el 2010-2015, dentro del parque construido de vivienda nueva financiada por el Estado). En las gráficas siguientes, se observa la producción habitacional del 2005-2010 y 2010-2015, en donde la construcción de vivienda nueva demandó un 51% del total construido (20458 viviendas sobre un total de 40527 unidades de producción y soluciones habitacionales), y un 55% del total construido (25319 viviendas sobre un total de 46316)

respectivamente. Además, en los gráficos 14 y 15, se representan la participación de las Cooperativas de Vivienda durante ambos períodos con respecto al total de vivienda nueva construida.

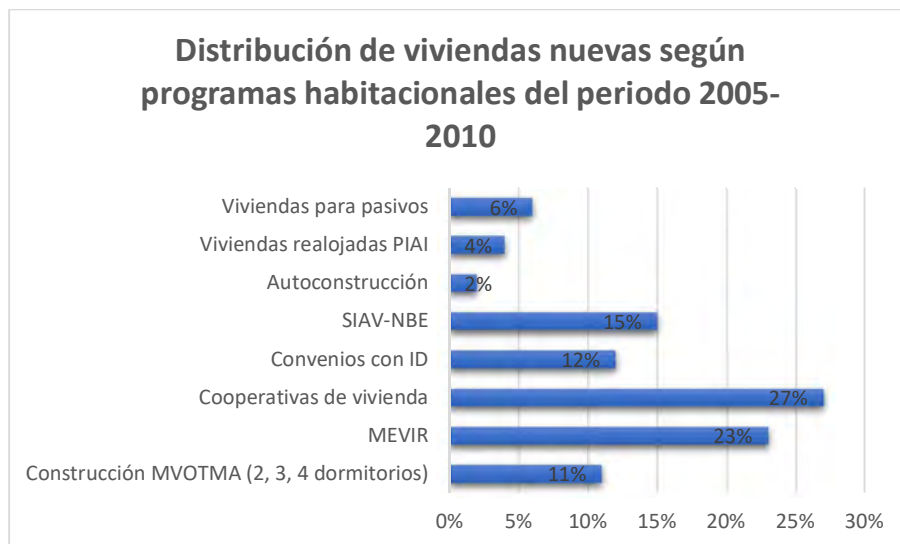


Gráfico 8: Distribución de viviendas nuevas según programas habitacionales del periodo 2005-2010.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del plan quinquenal de vivienda
Plan quinquenal 2010-2015 pagina 58 disponible online

http://www.mevir.org.uy/images/transparencia/Doc_estrategicos/plan_quinquenal_vivienda.pdf

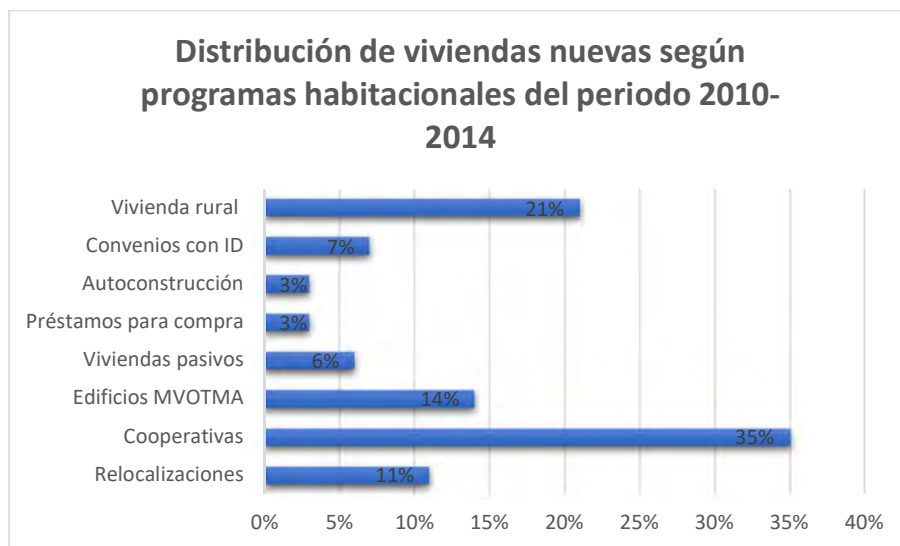


Gráfico 9: Distribución de viviendas nuevas según programas habitacionales del periodo 2010-2014.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del plan quinquenal de vivienda
Plan quinquenal 2015-2019 pagina 16 disponible online

http://www.anv.gub.uy/archivos/2016/02/PLAN_QUINQUENAL_DE_VIVIENDA_2015_2019.pdf

Las Cooperativas de Vivienda son definidas según el MVOTMA como:

“aquellas que tienen por objeto principal proveer alojamiento adecuado y estable a sus socios, mediante la construcción de viviendas por esfuerzo propio, ayuda mutua, administración directa o contratos con terceros, y proporcionar servicios complementarios a la vivienda.” Art. N° 117 Ley 18407 y Decreto Reglamentario N° 198/2012. (MVOTMA, COOPERATIVAS [Disponible online]

<http://www.mvotma.gub.uy/portal/tu-vivienda/construir/cooperativas.html> [Consulta: marzo 2017])

Ahora bien, si este escenario se traslada directamente a la capital del país, se puede observar que en el último quinquenio (2010-2014), según el Plan Quinquenal de Vivienda 2015-2019, la producción edilicia (entre obras iniciadas y obras terminadas), se distribuyó de la siguiente forma: de las obras iniciadas (un total de 205 cooperativas, que representan 6554 viviendas) y de las terminadas (unas 93 cooperativas que conforman 3155 viviendas), en Montevideo se iniciaron 69 cooperativas mientras que en el resto del país fueron 136; y de las obras terminadas, en Montevideo fueron 37 cooperativas mientras que en el resto del país fueron 56. En los gráficos a continuación, se visualiza mejor la distribución mencionada precedentemente:

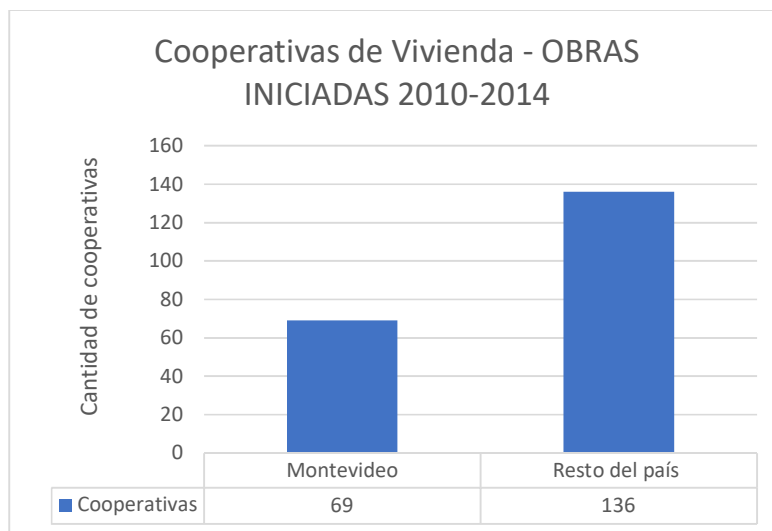


Gráfico 10: Distribución de Cooperativas de Vivienda – obras iniciadas del periodo 2010-2014.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del plan quinquenal de vivienda
Plan quinquenal 2015-2019 pagina 53 disponible online

http://www.anv.gub.uy/archivos/2016/02/PLAN_QUINQUENAL_DE_VIVIENDA_2015_2019.pdf

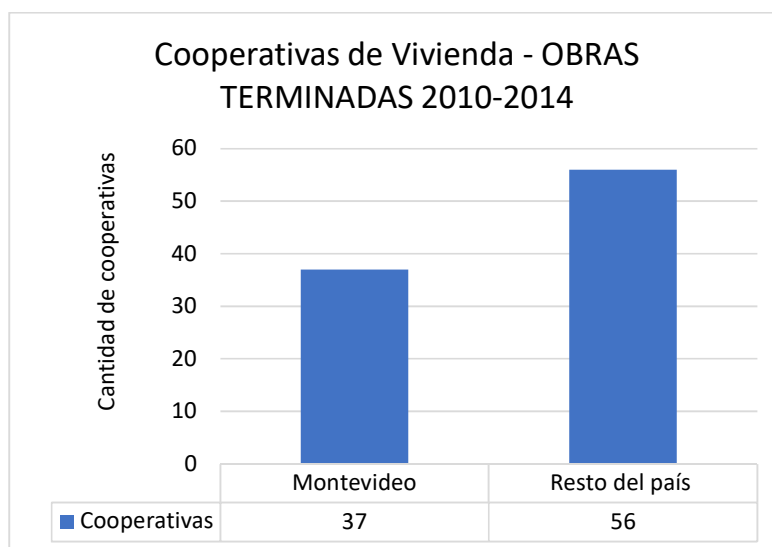


Gráfico 11: Distribución de Cooperativas de Vivienda – obras terminadas del periodo 2010-2014.

Fuente: Gráfico elaboración propia en base a datos del plan quinquenal de vivienda
Plan quinquenal 2015-2019 pagina 53 disponible online

http://www.anv.gub.uy/archivos/2016/02/PLAN_QUINQUENAL_DE_VIVIENDA_2015_2019.pdf

No obstante a lo expuesto precedentemente, con el desarrollo de la investigación, fue posible detectar varias situaciones que convergían en potenciar un cambio cualitativo y cuantitativo a la población de estudio a la que se está haciendo referencia, ampliándola a otros programas edilicios, por los motivos enunciados a continuación.

En primer lugar, surgió la importancia del tema a nivel nacional, tanto por no existir antecedentes sobre dicha problemática, sobre todo en investigaciones interdisciplinarias y con múltiples enfoques; así como por ser un problema de suma importancia referido a la Salud Pública. Es de suponer que cualquiera sea el destino de un edificio – manteniéndose el tipo de construcción y la zona climática por la clase de higrometría – ciertos contaminantes ambientales debieran de proliferar de manera similar.

En segundo lugar, está el hecho de que los resultados de esta investigación, constituyen un tema delicado que “desnuda” vicios arquitectónicos y que por tanto van en desmedro de la capacidad de los responsables técnicos, hasta pudiendo generar acciones legales contra ellos. Estas circunstancias derivaron en la poca disposición en general de los colegas de los IATs a brindar información sobre las cooperativas que denuncian afectaciones de esta índole.

Finalmente aparecen otras cuestiones que dependen exclusivamente de los usuarios de las viviendas, caso la vinculación del tema con el aspecto y la higiene de la construcción que lleva a los ocupantes a mostrar cierta renuencia a permitir el acceso a personas extrañas a realizar relevamientos, tomar fotografías, y en definitiva, pese a los esfuerzo, interrumpir los quehaceres normales de los

usuarios. Ello implica además, que harán público –al menos en parte - las condiciones en que viven. Muchas veces además, la situación mencionada deriva en que esos ocupantes ni siquiera denuncien el problema que padecen, por lo que su caso no entra en el universo a analizar.

Debe señalarse también otra carencia –ésta a nivel de las autoridades – como lo es la falta absoluta de estadísticas oficiales que indiquen cantidad, tipo, implantación etc., de viviendas en Montevideo que sufre patologías del tipo de las que son tema central de la presente investigación. Por ello también la motivación de este trabajo radica en establecer indicadores de la cantidad de construcciones de obra tradicional en Montevideo que tienen determinadas especies de mohos, y además de caracterizar a los géneros en general más comunes en este tipo de solución constructiva tradicional y proporcionar las recomendaciones generales tanto para el técnico como para el usuario, que le permitan evitar la tendencia a la aparición de la mencionada patología, derivada del diseño y uso de los edificios.

En consecuencia, y en atención a lo expresado, se entiende pertinente ampliar la población de estudio a otros programas arquitectónicos, siempre manteniendo el tipo de solución constructiva tradicional y dentro de la zona geográfica (climática) de estudio. Así, la unidad de análisis serán las Cooperativas de Vivienda con mohos, adicionándole los casos especiales (atípicos pero pertinentes), que permiten evaluar más aspectos y, por tanto, le dan un valor agregado a la presente investigación.

3.1.1.2 Justificación de la zona geográfica de estudio.

El Uruguay es un país de escasa extensión territorial comparado con el resto de los colindantes del Cono Sur, así como uno de los de menor densidad de población (con un total de 3.440.157 (INE, URUGUAY EN CIFRAS, 2014) de habitantes como resultado del último censo del año 2014. Dado que su economía depende en forma importante desde tiempos de la Colonia mayormente de la actividad de su importante puerto natural como es el de la ciudad de Montevideo, la misma se organizó en función de dicho puerto y la población se distribuyó creando la capital del país en función de su economía puntualizada y su puerto también. El país presenta entonces una importante macrocefalia que se demuestra numéricamente por el hecho de que más del 40% de la población esté afincada en menos del 0.1% del territorio nacional⁹². Además, por ejemplo, la distribución vial de las principales rutas nacionales también parte del núcleo fundamental de la capital y se dirigen a todos los rincones del territorio de forma radial, con incluso poca presencia (en cantidad y calidad) de rutas transversales. Esta circunstancia de desigualdad que se reconoce en todos los aspectos, desde el productivo, el eje de ingresos per cápita, y hasta los socioeconómicos, está explícitamente reconocida por la misma ANV en su Plan Quinquenal de Vivienda al brindar la información disgregando al Uruguay entre “Montevideo” y “resto del país”, con información básicamente sobre producción edilicia. Tal situación hace que

⁹² Tomando en cuenta el territorio nacional como 176215Km² y el Dpto. de Montevideo neto (esto es sin el área metropolitana) con 201Km².

inexorablemente se deba de elegir el alcance del trabajo entre Montevideo o resto del país. El criterio será en función de la cantidad de información que se encuentre inventariada e importancia por ser la Capital, además de los motivos expuestos precedentemente, por lo que se entiende pertinente focalizar la población de estudio del presente trabajo solo en el Depto. De Montevideo. En futuras investigaciones sería interesante ocuparse del resto del país, aunque la calidad y cantidad de información gubernamental en este caso no sea tan importante como para la Capital, lo que hará que el trabajo de campo sea mucho mayor.

La franja social a la que tiene como cometido atender este programa habitacional son los estratos de ingresos medios, medios bajos y bajos, cuyos ingresos totales del núcleo familiar no superen las 60UR de ingreso líquido. Según las reglamentaciones vigentes, el sistema cooperativo puede ser bien por “ayuda mutua” (en la que no se exige ahorro previo), o bien por “ahorro previo” (en la que se exige un ahorro previo entre los socios de un mínimo de 15%) (MVOTMA, COOPERATIVAS [Disponible online] <http://www.mvotma.gub.uy/portal/tu-vivienda/construir/cooperativas.html> [Consulta: marzo 2017])

3.1.1.3 Montevideo y la zona climática IVd según norma UNIT 1026, estrategias de diseño para la envolvente opaca edilicia.

Según la norma UNIT 1026:1999. Aislamiento térmico de los edificios - zonificación climática, Uruguay se subdivide en tres zonas climáticas: zona IIb cálida, zona IIIb templada-cálida y zona IVd templada-fría. Cada una de ellas presenta características bien diferenciadas que hacen que se deba trabajar con especial cuidado en el diseño de las envolventes, con sus respectivas estrategias, cuantificación y localización de las numerosas capas de materiales, para garantizar así un correcto funcionamiento de las construcciones desde el punto de vista de los ejes de estudio planteados en el presente trabajo, en las fichas que se encuentran en el Capítulo 4.

No obstante, el presente trabajo se enfoca en el Departamento de Montevideo, que forma parte de la zona climática IVd templada-fría, por lo que se entiende pertinente realizar un breve detalle de las características de la misma y de las estrategias a realizar a las envolventes opacas edilicias, para luego contrastarlas con los resultados de las fichas de las soluciones constructivas.

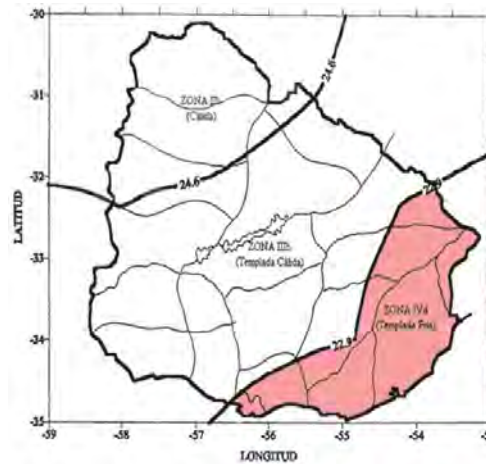


Figura 53: Mapa de zonificación climática del Uruguay, con sombreado en la zona climática de estudio, a la cual pertenece el Dpto. de Montevideo.

Fuente: norma UNIT 1026:1999.

Según lo expresa la Norma, las características climáticas más representativas de la zona en la que se encuentra Montevideo son las siguientes:

- Veranos no son rigurosos y las temperaturas máximas rondan los 30°C.
- Inviernos fríos, con temperaturas medias entre 8°C y 12°C, y mínimas medias con valores inferiores a los 5°C.
- Humedad relativa elevada durante todo el año, por la proximidad a la franja costera, encontrándose entre el 70% y 90%

El análisis climático fue realizado con el software Climate Consultant, software que utiliza la base de datos climática de la Agencia Internacional de Energía (IEA) de USA, cedidos por el World Meteorological Organization Region and Country.

Del software se desprenden una serie de tablas, gráficos y ábacos que serán de gran aporte a la evaluación de las condiciones locales para el mayor aprovechamiento de las mismas en la arquitectura: a continuación, se muestran la tabla resumen de los datos climáticos así como el diagrama psicrométrico que proyecta el software incluyendo las estrategias bioclimáticas a las que se debe apelar para alcanzar el clima de confort interior la mayor cantidad de tiempo en el año:

WEATHER DATA SUMMARY													LOCATION: MONTEVIDEO, - , URY	
													Latitude/Longitude: 34.83° South, 56.0° West, Time Zone from Greenwich -3	
													Data Source: IWECC Data 865800 WMO Station Number Elevation 32 m	
MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC		
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	460	477	427	325	260	216	249	272	361	415	483	493	Wh/sq.m	
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	338	374	406	339	318	289	335	266	246	347	381	371	Wh/sq.m	
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	191	191	153	133	108	97	105	128	148	167	187	198	Wh/sq.m	
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	1046	1009	929	780	617	503	575	670	816	980	1052	1062	Wh/sq.m	
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	893	885	902	856	832	816	852	765	879	910	929	943	Wh/sq.m	
Diffuse Radiation (Max Hourly)	499	523	511	408	309	278	313	350	461	486	488	523	Wh/sq.m	
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	6407	6374	5211	3620	2640	2097	2473	2923	4247	5303	6700	7059	Wh/sq.m	
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	4768	5002	4951	3728	3243	2804	3328	2846	4047	4804	5301	5314	Wh/sq.m	
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	2688	2554	1879	1405	1103	941	1047	1378	1757	2166	2594	2842	Wh/sq.m	
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	50953	52512	46742	35789	28336	23540	27006	29292	39296	45518	52778	54169	lux	
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	32263	35685	39221	31907	29702	26484	30913	25404	33530	33953	37215	36053	lux	
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	21	21	20	16	13	10	9	10	11	14	17	20	degrees C	
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	17	16	14	13	9	8	6	7	7	10	12	15	degrees C	
Relative Humidity (Avg Monthly)	78	72	72	83	77	87	82	81	79	79	74	76	percent	
Wind Direction (Monthly Mode)	120	110	120	0	330	330	30	30	100	100	0	120	degrees	
Wind Speed (Avg Monthly)	6	4	6	4	5	4	5	5	5	4	5	5	m/s	
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	19	19	18	16	13	12	11	12	13	15	17	18	degrees C	

Tabla 7: Tabla con el resumen de datos climáticos

Fuente: (Climate Consultant)

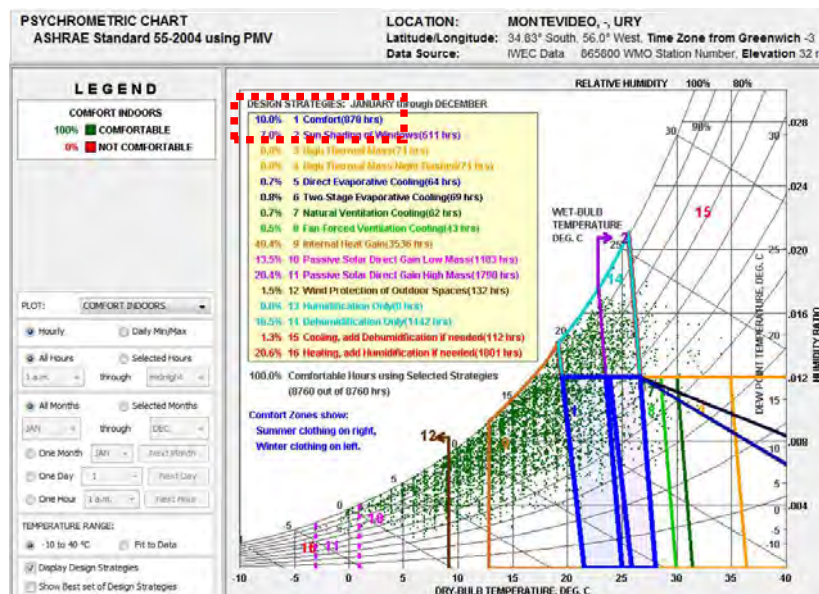


Gráfico 12: Ábaco psicrométrico con el modelo de confort ASHRAE 55 incorporado

Fuente: (Climate Consultant)

Del diagrama anterior, se puede concluir que si no se realizara ninguna intervención en cuanto a estrategias bioclimáticas en el diseño de los edificios en Montevideo, sólo se podrían alcanzar los niveles de confort requeridos durante 878hs al año (que representan tan solo un 10.0% de las 8760hs anuales). Por lo tanto, de alguna manera las condiciones climáticas van a estar condicionando ciertas pautas de diseño de modo que las siguientes son una serie de recomendaciones o sugerencias para lograr el

confort térmico del usuario y evitar patologías asociadas a problemas higrotérmicos de la envolvente edilicia:

Los climas templados presentan una cierta complejidad dado que están conformados por componentes de los climas fríos, cálido-húmedos y cálido-secos en distinta proporción. Esto provoca que exista una variedad bastante importante en cuanto a los matices que presentan. De esa manera la situación particular de Montevideo sobre la costa y con una apertura casi total al océano en el cuadrante sur-este/sur-oeste lleva a que se distingan dentro del núcleo urbano distintas zonas con microclimas bastantes diferentes derivados de su mayor o menor proximidad a la costa. Tal situación obedece fundamentalmente a los movimientos de aire provenientes de dicho sector. De esa manera las sensaciones térmicas percibidas (que dependen en gran medida de los movimientos de aire) producen diferencias en invierno por los vientos muy fríos provenientes del sureste-sur-. Del mismo modo las áreas inmediatas a la costa son las más beneficiadas por las brisas refrescantes del mar en las épocas más calurosas, produciendo una sensación de confort mayor a la de las zonas más interiores (o por lo menos de menor discomfort)

En base a las características climáticas de la ciudad, se destaca una HR importante mayormente por su adyacencia sobre el mar así como la exposición a vientos marítimos, temperaturas medias propias de la zona climática en que se encuentra y precipitaciones de frecuencia en intensidad medias en cualquier época del año; los “puntos de datos” (verdes) que describen las características del aire comparadas con la posición de la zona de confort en el diagrama, delimitada a partir del Modelo ASHRAE 55 (zona azul), es evidente que las principales estrategias bioclimáticas a aplicar serán:

- Lograr el máximo aprovechamiento de todas las ganancias interiores en invierno (dadas por personas, equipamiento, iluminación, etc.), lo cual se obtiene generando una envolvente del edificio hermética y continua, a partir de una adecuada aislación de la envolvente térmica de los cerramientos; así como una adecuada disposición, orientación y cantidad de aberturas que aprovechen el aporte energético total de la radiación solar.
- La protección contra el frío y la humedad en régimen invernal, tanto como de las elevadas temperaturas en régimen estival, lleva a que deba permitirse el ingreso del sol en el primero de los períodos mencionados, y evitarlo o disminuirlo en el segundo, todo lo cual se logra con aberturas orientadas al norte y una adecuada protección (si se pudiera preferentemente móvil).
- Emplear en todas las aberturas protecciones con características aislantes, pesadas y de posibilidad de graduación mecánicamente (como cortina de enrollar). Asimismo, es fundamental el empleo de parasoles horizontales o verticales, fijos o móviles de acuerdo a la orientación (toldos, aleros, parasoles, celosías, etc.)
- Dada la zona climática, apelar a la deshumidificación de los ambientes, ya sea mediante ventilación natural, forzada, o mediante la utilización de equipos deshumidificadores

Por lo tanto, para la situación de Montevideo, se buscará lograr construcciones con una morfología compacta, dotadas de inercia térmica y aislamiento térmico; con aberturas que dispongan de elementos móviles que permitan graduar el ingreso de radiación solar,

elementos constructivos fijos que favorezcan el control de esa radiación (como los aleros) y vegetación de relativa importancia en cuanto a su densidad pero en lo posible de follaje caduco (que garantice una permeabilidad a la radiación solar en invierno y un sombreado en verano). Por último, podrá recurrirse al uso de la ventilación cruzada controlada para períodos estivales y se deberá controlar la elevada humedad interior mediante deshumidificación natural o artificial.

3.1.1.4 Justificación de la muestra

En atención al hecho de que la población de estudio es extensa e inaccesible (por lo expuesto precedentemente), se opta por realizar un muestreo representativo. En tal sentido, quedó descartada la opción de muestreo probabilístico, ya que no hay forma de contar con una cuantificación veraz de la población de estudio (por no existir estadísticas ni inventarios oficiales de edificios afectados por humedades a nivel nacional). Por tanto, se opta por realizar un muestreo no probabilístico y por conveniencia: en definitiva, los objetivos de la presente investigación son mayoritariamente cualitativos, ya que pretenden evaluar y caracterizar al problema (por ello la generación de una “matriz” de atlas, ya que será una herramienta de carácter “abierto”, que estará en constante actualización en base a los estudios de otros investigadores). Se incluyeron todos los ejemplos a los que se tuvo acceso a efectos de lograr una muestra lo más representativa posible.

3.1.2 Procedimiento de estudio de casos

3.1.2.1 Evaluación teórica de la envolvente edilicia

Todos los valores pertenecientes a los perfiles de evaluación teórica se efectuaron sobre la base de construcción de 1 metro cuadrado de solución constructiva opaca, en paño central, en contacto con el aire exterior, de caras plano-parallelas y espesor constante, y perpendiculares a la dirección del flujo de calor.

Los datos de capas y espesores, así como de los materiales y la localización de los mismos dentro de las soluciones constructivas fueron suministradas, o bien por los propietarios, o bien por las entidades oficiales departamentales, y/o bien por los estudios encargados de la realización de los proyectos ejecutivos. A saber:

M1 – datos suministrados por el Centro Cooperativista del Uruguay

M2 – datos suministrados por los propietarios

M3 - datos suministrados por los propietarios

M4 – datos suministrados por los arquitectos de ASSE

M5 - datos suministrados por los arquitectos de ASSE

M6 – datos suministrados por el Instituto de Asesoramiento Técnico IAT CEDAS

C1 - datos suministrados por el Centro Cooperativista del Uruguay

C2 - datos suministrados por los arquitectos de ASSE

C3 - datos suministrados por los arquitectos de ASSE

C4 - datos suministrados por el Instituto de Asesoramiento Técnico IAT CEDAS

En atención a lo expuesto, según la información suministrada, las configuraciones (detalles constructivos) de las capas y sus respectivos espesores en los cerramientos son los siguientes (en orden de exterior a interior):

M1 - Revoque exterior grueso + fino + pintura al agua (2.5cm) + Ladrillo de campo (12cm) + cámara de aire (3cm) + EPS (2cm) + Arena y Portland 3x1 c/hidrófugo (1cm) + Ladrillo de campo (12cm) bolseado (1mm) y pintado a la cal (1mm)

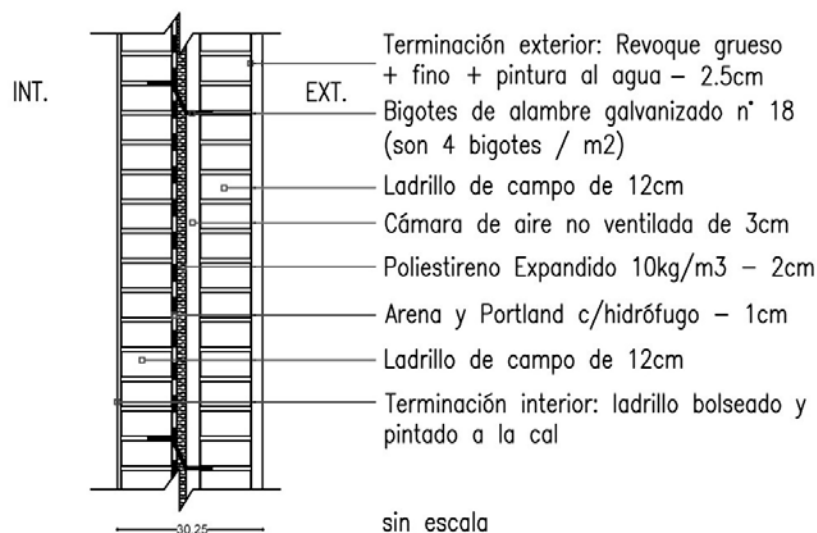


Gráfico 13: Detalle muro M1

Fuente: Elaboración propia

M2 – Revoque exterior grueso + fino + hidrófugo + pintura al agua (2.5cm) + Ladrillo hueco cerámico (12cm) + mortero de toma (1.5cm) + Ladrillo hueco cerámico (12cm) + Revoque interior grueso + fino + pintura al agua (2.5cm)

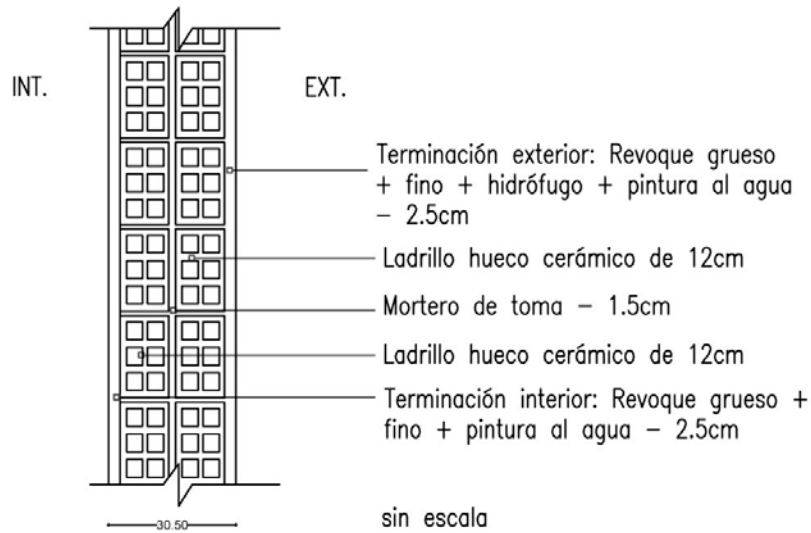


Gráfico 14: Detalle muro M2

Fuente: Elaboración propia

M3 – Revoque exterior grueso + fino + hidrófugo + pintura al agua (2.5cm) + Ladrillo de campo (12cm) + Revoque interior grueso + fino + pintura al agua (2.5cm)

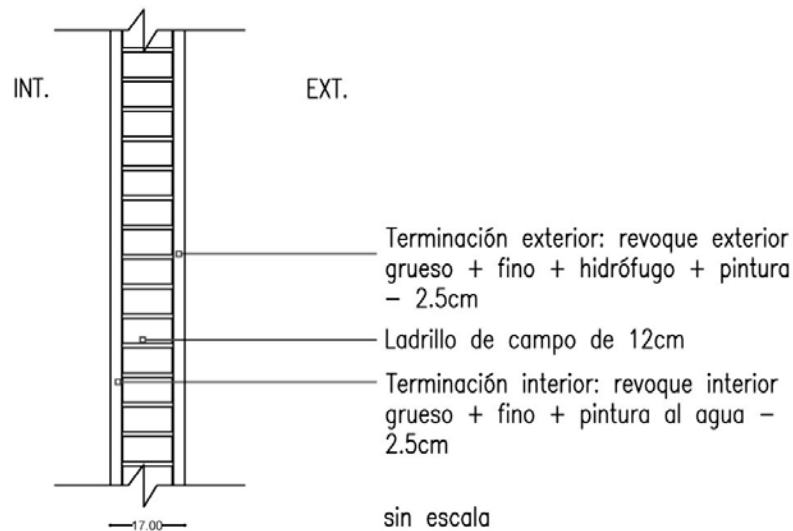


Gráfico 15: Detalle muro M3

Fuente: Elaboración propia

M4 – Revoque exterior grueso + fino + hidrófugo + pintura al agua (2.5cm) + Ladrillo de campo (12cm) + cámara de aire (1cm) + EPS (3cm) + Ladrillo de campo (12cm) + Revoque interior grueso + fino + pintura al agua (2.5cm)

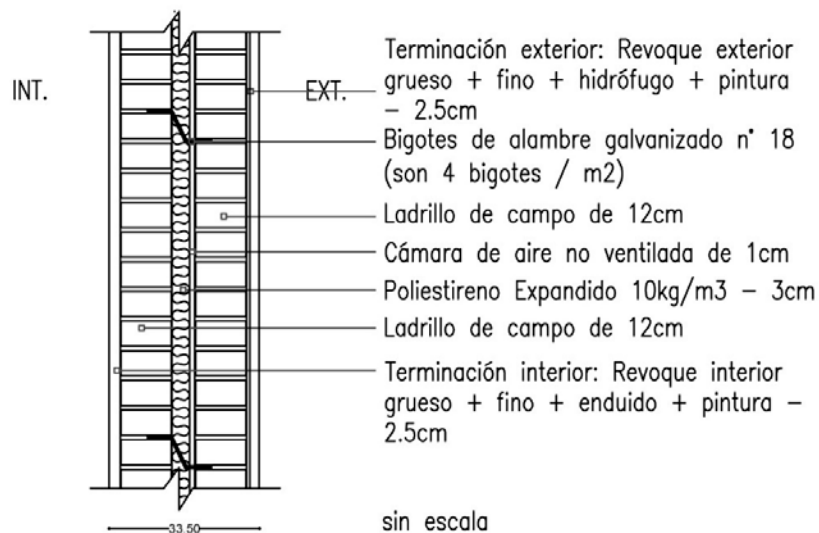


Gráfico 16: Detalle muro M4

Fuente: Elaboración propia

M5 – Revoque exterior grueso + fino + hidrófugo + pintura al agua (2.5cm) + Ladrillón antiguo cerámico macizo (20cm) + Revoque interior grueso + fino + pintura al agua (2.5cm)

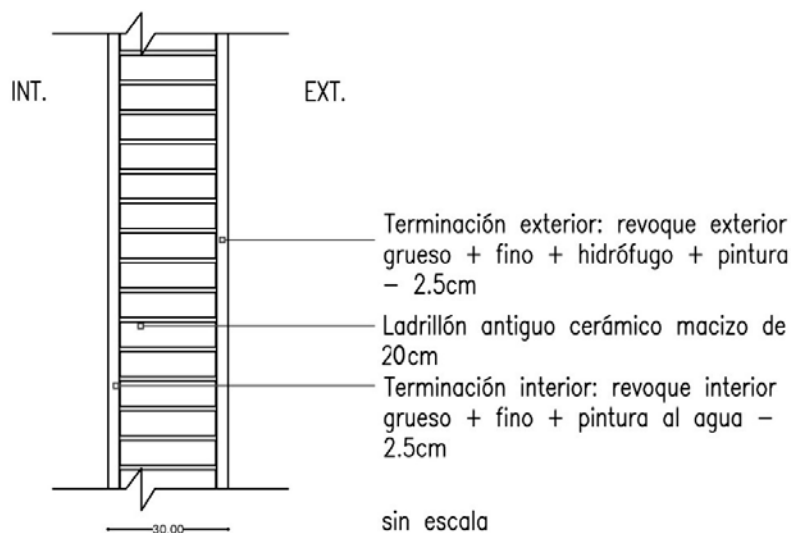


Gráfico 17: Detalle muro M5

Fuente: Elaboración propia

M6 – Sistema EIFS (5.5cm) + 2 manos de emulsión asfáltica + Bloque vibrado de hormigón (12cm) + soleras y montantes galvanizadas de 70mm c/60cm + film de polietileno (100 micrones) + panel de yeso de 12.5mm pintado

La placa de EPS del sistema EIFS solo se adhiere al muro con el adhesivo cementicio.
NO utilizan tacos de anclaje

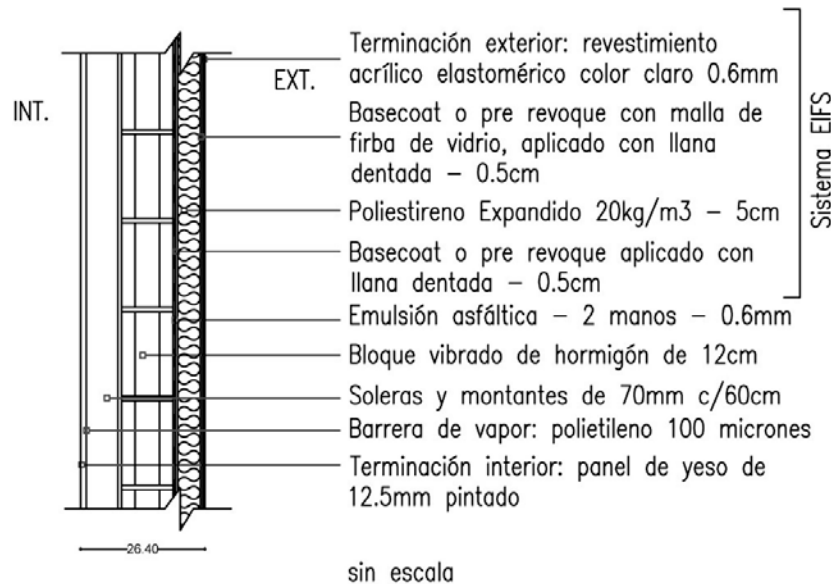


Gráfico 18: Detalle muro M6

Fuente: Elaboración propia

(en orden de exterior a interior)

C1 - Sobre techo de chapa "Econopanel" color oscuro calibre 26 (0.45mm) + perfil galvanizado C (80x64mm) + pilastra de ladrillo (h_{prom}=30cm) + EPS (3cm) + emulsión asfáltica (4 manos) + relleno de hormigón pobre (5cm) + losa de hormigón armado (10cm) + terminación interior varias (dependiendo del apartamento, las terminaciones posibles eran hormigón visto, revoque pintado, revestimiento tipo "Facerit", pintura texturada, entre otros)

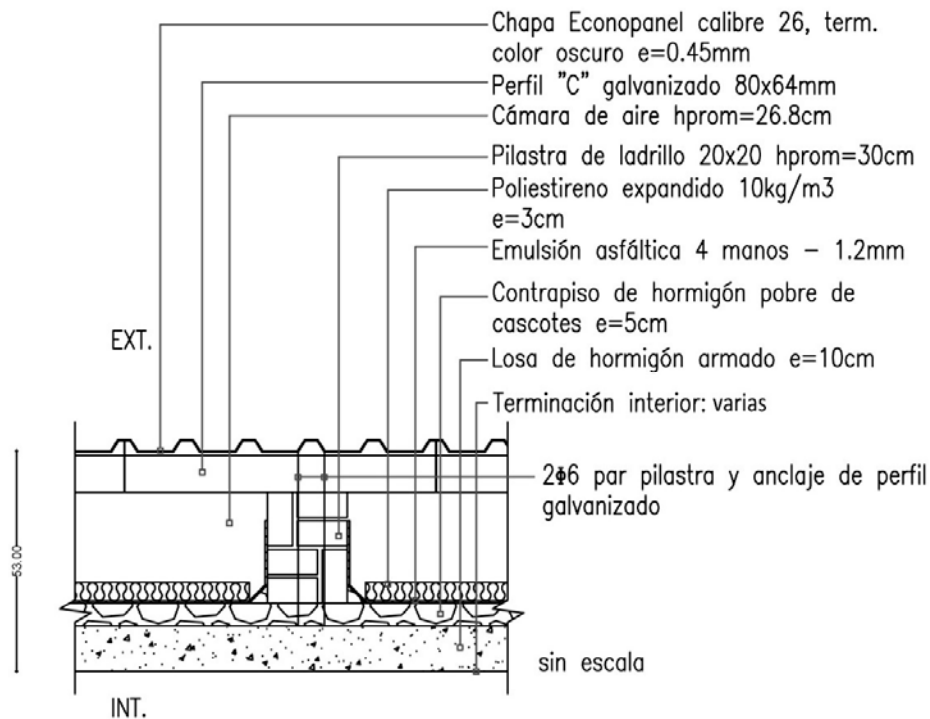


Gráfico 19: Detalle cubierta C1

Fuente: Elaboración propia

C2 – Membrana asfáltica c/aluminio (4mm) + imprimación asfáltica (4 manos - 0.2mm) + relleno de hormigón pobre de cascotes (5cm) + losa de hormigón armado (13cm) terminación interior hormigón visto

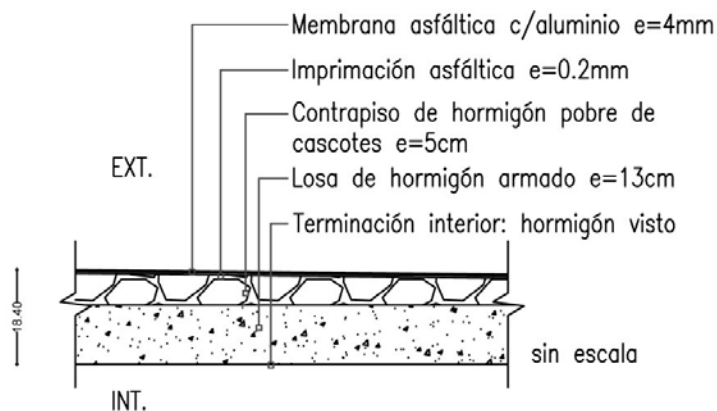


Gráfico 20: Detalle cubierta C2

Fuente: Elaboración propia

C3 – Asfalto (2mm) + contrapiso de hormigón pobre de cascotes (16cm) + ladrillo hueco de 6 bocas (12x18x25) + revoque interior de cal y arena (2cm) terminación pintura (1mm)

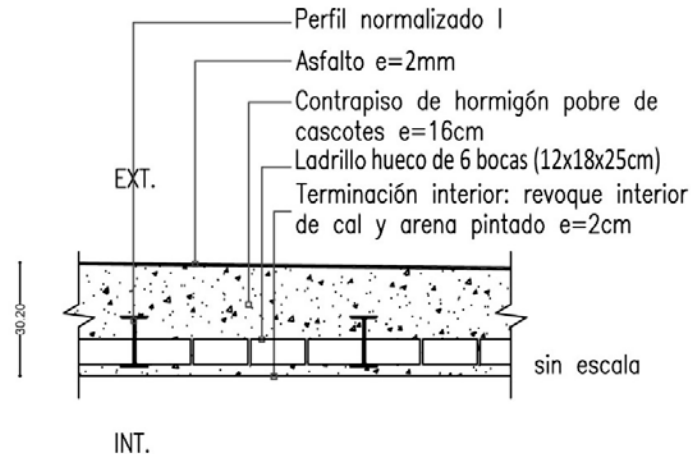


Gráfico 21: Detalle cubierta C3

Fuente: Elaboración propia

C4 – Piso cerámico + mortero de toma 1.5cm + emulsión asfáltica con velo de vidrio (9mm) + contrapiso de hormigón de cascote para dar pendiente (6cm) + carpeta de compresión estructural (5cm) + losa prefabricada de hormigón (20cm) + EPS 5cm + cielorraso de placa de yeso de 12.5mm pintado

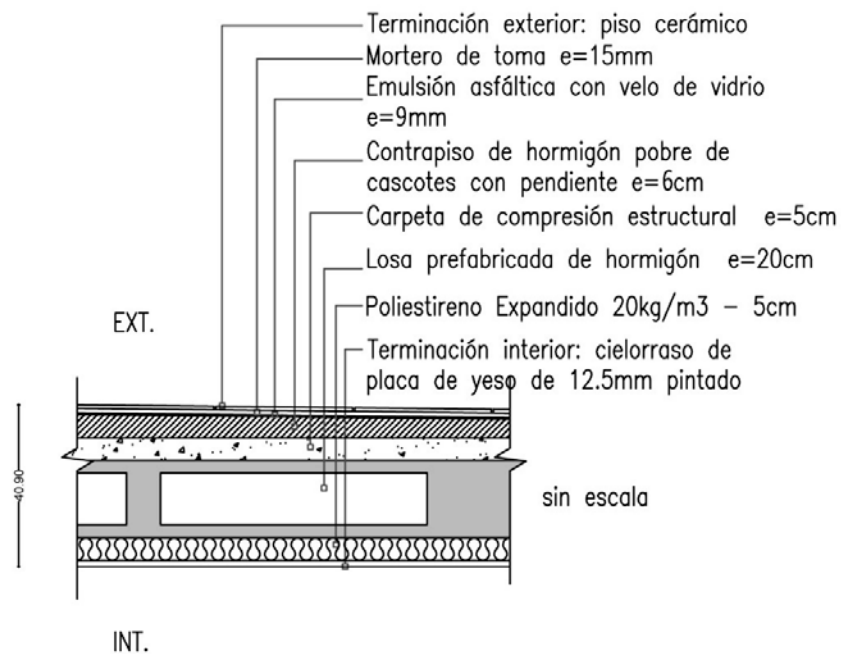


Gráfico 22: Detalle cubierta C4

Fuente: Elaboración propia

Las fichas con el resumen de resultados de los Estudios de Caso, tienen un doble enfoque: uno teórico y otro práctico. Respecto al primero, se realizaron dos estudios:

uno cuantitativo donde se calcularon valores característicos de la envolvente opaca desde el punto de vista termo-energético-económico; otro cualitativo, donde se analizaron algunas cuestiones importantes sobre los valores calculados (por ejemplo se los contrastó con normas nacionales a internacionales vinculadas al área de estudio desde el punto de vista de su cumplimiento). Estos estudios dieron pie además, al análisis de los mismos no solo desde los ejes nombrados precedentemente, sino también desde un punto de vista constructivo, que se plasmó en el Capítulo 4, en el ítem sobre “Análisis y discusión” de los resultados.

3.1.2.1.1 Resistencia y transmitancia térmica [U]

Se calcularon las resistencias térmicas (R) y transmitancias térmicas (U) de cada metro cuadrado de solución constructiva (homogénea y heterogénea simple) en régimen estacionario, de paño central, de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior, según Norma UNIT-ISO 6946:2007 (Componentes y elementos de los edificios. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo).

Nótese que, a los efectos del cálculo de la transmitancia térmica y del riesgo de condensación (más adelante), la cubierta C4 correspondiente a los Estudios de Caso 16 a 18, contempla una losa hueca prefabricada de hormigón, de la cual solo se conoce su espesor total, desconociendo espesores parciales y morfología (por ser un dato que no fue suministrado por el IAT CEDAS). De modo que a efectos del ejercicio, para realizar los cálculos por la cámara, se tomó un espesor de la misma de 10cm y sus correspondientes recubrimientos de hormigón de 5cm cada uno.

3.1.2.1.2 Capacidad térmica [CT]

Consecuentemente, se procedió a la determinación de la capacidad térmica de los cerramientos según fórmula (extraída de FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Guion 1, p. 74):

$$CT = \sum c.p.e$$

Siendo,

- c = calor específico
- ρ = densidad del material
- e = espesor de la capa

3.1.2.1.3 Retardo térmico y factor de amortiguamiento [Φ] y [μ]

Seguidamente, se calculó al retardo térmico y amortiguamiento de la solución constructiva (según procedimiento en Norma UNIT-ISO 13786:2007 Desempeño térmico de los componentes de los edificios. Características térmicas dinámicas. Método de cálculo).

3.1.2.1.4 Riesgo de condensación

A continuación, se evaluó el riesgo de condensación intersticial y superficial de las soluciones de envolvente de acuerdo a Norma UNIT-ISO 13788:2011 (Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo).

Cabe destacar que, para tanto para el cálculo de los cuatro valores precedentemente detallados así como para la evaluación del riesgo de condensación, se utilizó como herramienta el software libre HTerm 3.0. Este instrumento computacional, realizado entre la Facultad de Arquitectura, la Facultad de Ingeniería y con el apoyo y financiamiento de la Dirección Nacional de Energía, provee al usuario de forma sencilla y rápida, de acuerdo a la configuración de cerramiento elegida, la posición del mismo y a la zona climática para la que se esté estudiando, los valores y gráficos de los indicadores mencionados. En definitiva, el software permite realizar la evaluación higrotérmica de un cerramiento opaco en base a la comparativa de las temperaturas reales de cada capa y las temperaturas de rocío. En el programa están pre configurados los materiales con sus características técnicas de acuerdo a la Norma UNIT-ISO 10456:2007, según Tabla 3 – Valores térmicos de diseño para materiales en general para aplicaciones en la edificación, p. 11-14, y Tabla 4 – Propiedades húmidas y calor específico de materiales aislantes térmicos y materiales de mampostería, p. 14-15. No obstante, se le pueden cargar otros materiales que no se encuentran en la biblioteca, siempre que se tenga los datos técnicos específicos que solicita el programa. En este sentido, se le agregaron los siguientes materiales (con sus correspondientes características), según información de los fabricantes/importadores:

- Bloque vibrado de hormigón de Hopresa
 - $R_m = 0.16 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Resistencia al vapor = $0.0041 \text{ m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa/Kg}$
 - $\mu = 6.15$
 - $m = 160 \text{ Kg/m}^2$
- Pintura a la cal
 - $R_m = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Resistencia al vapor = $0.00005 \text{ m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa/Kg}$
 - $\mu = 3$
 - $m = 0 \text{ Kg/m}^2$

Asimismo, contempla realizar los cálculos de acuerdo a la posición del cerramiento y a la zonificación climática (ésta última conforme a Norma UNIT 1026), parámetros que se seleccionan por el usuario. Por otro lado, las condiciones ambientales interiores, $T_i=18^\circ\text{C}$ y $HR_i=80\%$ son valores por defecto del software y responden a valores establecidos por norma UNIT-ISO 13788:2012, correspondiendo a una higrometría de clase 3, nivel superior. En tanto, las condiciones climáticas exteriores ($T_e=4^\circ\text{C}$ para cerramientos verticales, $T_e=0^\circ\text{C}$ para cerramientos horizontales y $HR_e=90\%$) fueron modificadas a las que trae por defecto el programa, para que se ajusten a las investigaciones realizadas por el Departamento de Clima y Confort En Arquitectura - DECCA- de la FADU Udelar –ver tabla 4-, sobre las condiciones locales en base a la metodología del CIBSE, datos que son los usualmente tomados para los cálculos dado

que son más rigurosos que los medios considerados en el “año meteorológico típico” diseñado por el Laboratorio de Energía Solar de la Facultad de Ingeniería Udelar y que viene por defecto en el Hterm. Se presentan en el Anexo, los reportes expedidos por el software de cada solución constructiva.

POSICIÓN DEL CERRAMIENTO	Horizontal	Vertical
Temperatura interior (t_i)	18 °C	18 °C
Temperatura exterior (t_e)	0 °C	4 °C
Humedad relativa interior (HRI)	80 %	80 %
Humedad relativa exterior (HRe)	90 %	90 %

Tabla 8: Tabla de condiciones base para la evaluación del riesgo de condensación en cerramientos opacos según DECCA.

Fuente: CHAUVIE, Verónica. PICCIÓN, Alicia. *Patologías de Condensación: diseño y uso del edificio*. Montevideo: Facultad de Arquitectura. 2005, p. 30

Además, los valores del perfil termo-energético al ser calculados para el Departamento de Montevideo, se tomó como referencia de cálculo en el software HTerm 3.0 la zona climática IVd Templada Fría (zona C).

3.1.2.1.5 Transmitancia térmica media ponderada [Um]

Dado que el presente ítem de cálculo teórico refiere solo a evaluar 1m² de las soluciones constructivas tradicionales de cada Estudio de Caso, en paño central y caras plano-paralelas, y que el tema central de la presente investigación aborda la problemática de la calidad del aire interior (siendo este ítem solo un eje más de estudio a dicho abordaje), se encuentra pertinente que la cubierta C1 (a sabiendas de que se trata de una solución de cubierta inclinada con cielorraso horizontal, generando un ático sin ventilar entre ambos planos, y por lo tanto la altura de la cámara es variable) se “estandarice” realizando la cámara de aire con altura promedio (y transformarla así en una solución de caras plano paralelas), a efectos de correrla en el Hterm 3.0. Futuros trabajos, independiente del presente en curso, con su tema central enfocados hacia la eficiencia energética de un proyecto en particular y a criterio total del autor, podría incluir calcularse la transmitancia térmica mediante el procedimiento de cálculo para cubiertas con ático sin ventilar, según norma UNIT-ISO 6946:2007 Anexo C Cálculo de la transmitancia térmica de los componentes con capas de espesor variable, p. 20. Para esta “estandarización” o “simplificación” en cerramientos heterogéneos simples de caras plano-paralelas y capas de espesor constante, se calculará por medio del HTerm 3.0 la transmitancia térmica por cada parte representativa del mismo, y luego mediante cálculo simplificado utilizando los porcentajes de área de cada una de ellas, se obtendrá la

transmitancia media ponderada total ($U_m = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$), según norma NCh 853, ítem 5.4.2 elementos con heterogeneidades simples.

Por otro lado, de las cubiertas C3 y C4 no se tienen los datos exactos de los porcentajes de área que contempla cada material, en el primer caso por ser muy antigua y no contar con memoria del proyecto; y en el segundo caso por no contar con la información suministrada por parte del IAT CEDAS (quienes fueron los arquitectos proyectistas). Con referencia a este último, no se pudieron obtener datos sobre las dimensiones ni morfología de la losa prefabricada, de modo que el detalle constructivo presente en este trabajo es solo esquemático y no se puede calcular en este caso la ponderación de la transmitancia térmica por no conocerse el porcentaje de hormigón y de cámara que tiene la misma.

3.1.2.1.6 Corrección de la transmitancia térmica debido a puentes térmicos (caso de discontinuidad en el aislante) [Uc]

Se calculó, además, la corrección de la transmitancia térmica debido a los puentes térmicos (esto es, huecos en el aislamiento o fijaciones mecánicas penetrando una capa aislante) mediante procedimiento en norma UNIT-ISO 6946:2007 Anexo D Correcciones a la transmitancia térmica, p. 25., según fórmula $U_c = U + \Delta U$.

Siendo:

- $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$
- ΔU_g = corrección para los huecos
$$\Delta U_g = \Delta U'' \left(\frac{R_1}{R_{t,h}} \right)^2$$
- ΔU_f = corrección para las fijaciones mecánicas
$$\Delta U_f = \alpha \times \left(\frac{\lambda_f \times A_f \times n_f}{d_o} \right) \times \left(\frac{R_1}{R_{t,h}} \right)^2$$
- ΔU_r = corrección para los techos invertidos (N/A en este estudio ya que se calcula solo para techos con placas de poliestireno extruido)

En los casos en que no existe discontinuidad en el aislante (por ser “continuo” por ejemplo el EIFS (M6), en el que las placas presentan un escalonado en el perímetro para evitar este aspecto, de no existir anclajes que penetren al aislante -como en la cubierta-, o no existir directamente barrera térmica en el cerramiento), este procedimiento no aplica.

Por otro lado, otro aspecto importante a resaltar es que a efectos de comparar la transmitancia térmica de cada solución constructiva con respecto al valor máximo admisible por Resolución Municipal y por las normas UNIT e IRAM, se tomó como línea de base la U calculada con el Hterm 3.0 (para tomar el mismo parámetro de referencia en todos los casos). No obstante, en los casos que aplique, se hizo una mención en el ítem de observaciones dentro de las fichas sobre la comparativa de la transmitancia corregida o la media ponderada, con respecto a los valores admisibles, como para ser más rigurosos.

La norma UNIT ISO 6946 detalla el procedimiento para calcular la U corregida debido a discontinuidades en el aislante térmico (ya sean huecos que permitan circulación de aire o perforaciones por anclajes y fijaciones). Para el caso específico de la cubierta C1 - que es heterogénea y contempla una losa maciza de hormigón con un sobre techo de chapa, sostenido por una pilastra de ladrillo-, se debe de realizar las siguientes aclaración: si bien la pilastra está generando una discontinuidad en la barrera aislante, no deja ningún hueco libre ni es un anclaje, por lo que se entiende que dicho procedimiento no aplica. En estos casos, lo que está ocurriendo es que la pilastra está conformando un puente térmico, de modo que habría que realizar el cálculo a partir de los procedimientos descriptos en la norma UNIT-ISO 10211. No obstante, el alcance de este trabajo no contempla el cálculo de puentes térmicos ni puntos singulares, de modo que el cálculo y evaluación de este punto para C1 quedará para futuras investigaciones.

3.1.2.1.7 Temperatura equivalente (temperatura sol-aire) [Tsol-aire] a la hora de Te máxima por plano.

Continuando con las variables cuantificadas, se calculó la temperatura equivalente (o también denominada temperatura sol-aire), a efectos de evaluar la incidencia de la radiación solar en los distintos planos opacos en verano. Se despreció el cálculo para condiciones de invierno dado que en realidad durante esta época del año el aporte es positivo (ya que interesa la radiación para calentamiento pasivo), y en este estudio interesa evaluarlo para condiciones desfavorables, es decir, durante el verano. En esta época el aporte solar da como consecuencia un sobrecalentamiento indeseado en el interior de los ambientes, agravando la situación de discomfort. Se calculó para distintas opciones de orientaciones y para el plano horizontal: para los casos en que el edificio se encuentra posicionado “corrido” respecto a los ejes cartesianos pero no llega a ser a “medio rumbo”, se consideraron como si fueran los cuatro puntos cardinales de ejes estándar tomando esta “licencia” a efectos de simplificar los cálculos, debido además, a que el enfoque de la tesis está en la calidad del aire interior y no a la eficiencia energética.

El cálculo se realizó bajo la fórmula $T_{sol-aire} = T_e + (I_g \times \alpha \times R_{se})$ para planos verticales, y $T_{sol-aire} = T_e + [(I_g \times \alpha \times R_{se}) - 4]$ para planos horizontales, ya que se tuvieron en cuenta los efectos de las longitudes de onda larga que intercambia el techo con el cielo, sobre todo en estado claro. Los valores que se ingresaron a la fórmula fueron los obtenidos de la siguiente forma:

- La temperatura exterior T_e fue calculada para el día riguroso de verano -22 de diciembre- según fórmula extraída de FADU Udelar. Acondicionamiento Térmico – Guion 1, p. 15: $t'_{xm} = t_{xm} + 0.297 (t_x - t_{xm})$; siendo t_{xm} la temperatura máxima media y t_x la temperatura máxima absoluta. Estos últimos valores fueron tomados de la tabla de “Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío”, disponibles en FADU Udelar Acondicionamiento Térmico – Repartido AT01 – P. 27. En este sentido, los valores utilizados fueron:
 - $T_{xm} = 28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $T_x = 42.8\text{ }^{\circ}\text{C}$

- El valor de la radiación solar global –I_g– fue obtenido de la tabla “Radiación Solar Directa y Difusa” para cada hora solar, en cielo claro y latitud 34° 50’ S, del libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT01, p. 20, de acuerdo a la hora solar correspondiente al pico máximo de radiación.
- El coeficiente de absorción solar de las superficies (α), que depende del color y rugosidad del material, fue obtenido a partir de la norma IRAM 11605 Anexo B Tabla 8 Valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores, p. 23.
- La resistencia superficial exterior –R_{se}– fue obtenida a partir de norma UNIT-ISO 6946:2007 Tabla 1 Resistencias superficiales convencionales, p. 4.

Cabe aclarar, que dicha fórmula contempla la temperatura exterior como la temperatura rigurosa de diseño para los meses de verano, de modo que se está calculando la máxima diaria. Por tal motivo, y a efectos de que se vea reflejado en el resultado final de cada plano no solo la incidencia de la radiación solar sino el efecto de la temperatura del aire, se calculó la T_{sol-aire} para la hora en que T_e e I_g eran las máximas, calculando por lo tanto la temperatura del aire exterior rigurosa para cada plano. Este cálculo se realizó bajo la fórmula (según libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 35):

$$T_{e\zeta} = t'_{nm} + A \times F_{\zeta}$$

Siendo:

- T_{e_ζ}, la temperatura del aire exterior a una hora en particular
- Según la tabla de “Hora en que se produce T_{qx}” del libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 36, para cada plano se corresponde una hora solar pico siendo los planos de estudio que interesan para el presente trabajo:
 - Plano horizontal: 12hs
 - Norte: 12.50hs
 - Este: 8hs
 - Oeste: 16hs
 - Sur: 17.50hs
- t'nm la temperatura exterior mínima media de diseño para el día riguroso de verano, calculada según fórmula (libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 35): t'nm = t'xm – A, siendo t'xm la temperatura rigurosa máxima media calculada precedentemente, y A la amplitud media extraída de tabla según ítem a continuación.
- “A” la amplitud media, dato extraído de la “Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío” libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT01, p. 27.
- F_ζ, el coeficiente que depende de la hora, extraído de la tabla de “Valores horarios de la temperatura rigurosa del aire exterior”, del libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 35, para los horarios descriptos recientemente según plano:
 - ζ = 8:00hs => F_ζ = 0.373
 - ζ = 12:00hs => F_ζ = 0.964
 - ζ = 13:00hs => F_ζ = 0.990

- $\zeta = 16:00\text{hs} \Rightarrow F_{\zeta} = 0.940$
- $\zeta = 18:00\text{hs} \Rightarrow F_{\zeta} = 0.735$

3.1.2.1.8 Temperatura superficial interior máxima y mínima [Tsx] y [Tsn]

Luego, se calculó la temperatura superficial interior máxima y mínima, considerando los aportes solares (es decir, considerando la temperatura equivalente calculada anteriormente). Al igual que en el caso anterior, se calculó para los cuatro puntos cardinales de ejes cartesianos y para el plano horizontal. El procedimiento de cálculo fue de acuerdo a fórmula (extraída del libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Guión 01, p. 66):

- Temperatura superficial interior máxima (valor que afecta en verano)

$$T_{sx} = t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) + \mu \theta_s$$
- Temperatura superficial interior mínima (valor que afecta en invierno)

$$T_{sn} = t_i + R_{si} \times U (t_{qm} - t_i) - \mu \theta_s$$

Siendo:

- T_{sx} la temperatura superficial interior máxima
- T_{sn} la temperatura superficial interior mínima
- t_i la temperatura de confort para cada período tomada de los rangos de temperaturas de confort para Montevideo desarrollados a partir de investigaciones de campo por el Departamento de Clima y Confort en Arquitectura de la UdelaR, en el que en la tabla de “escalas utilizadas en la investigación sobre confort”, proponen un rango de confort para el período frío en Montevideo de 18 a 22/24°C, mientras que para el período caluroso es de 22 a 26/27°C (según libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Ficha 1, p. 17). Por tanto, para cada período se tomó un promedio de las temperaturas para ser utilizado como valor indicativo:
 - para invierno = 21°C
 - para el verano = 24.5°C.
- R_{si} la resistencia superficial interior de acuerdo a norma UNIT-ISO 6946:2007 Tabla 1 Resistencias superficiales convencionales, p. 4.
- U la transmitancia térmica hallada con el Hterm 3.0
- t_{qm} la temperatura equivalente media, obtenida a partir de Tabla de Temperatura de cálculo para Uruguay, en libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 38.
- μ el factor de amortiguamiento hallado a partir del Hterm 3.0
- θ_s la amplitud máxima superior, cuyo valor se a partir de Tabla de Temperatura de cálculo para Uruguay, en libro de clase FADU UdelaR. Acondicionamiento Térmico – Repartido AT02, p. 38.

3.1.2.1.9 Densidad del flujo térmico en condiciones de invierno y verano [Qcond]

El eje del perfil termo-energético culmina con el cálculo de la densidad del flujo térmico por metro cuadrado en condiciones de invierno y verano, también calculándose para los cuatro puntos cardinales de ejes cartesianos y para el plano horizontal. En este caso,

se determinó mediante fórmulas (extraídas de MIMBACAS, Alicia. LAGOMARSINO, Luis. Acondicionamiento térmico. Presentaciones de clase. Universidad ORT – Facultad de Arquitectura. 2007, diapositiva 71, PowerPoint sobre “Transmisión de calor de medio a medio”):

- Para invierno: $Q_{cond} = U (t_i - t_e)$
- Para verano: $Q_{cond} = U [(T_{sol-aire} + t_e) - t_i]$ considerando el aporte solar, incluyendo la temperatura sol-aire en el cálculo

Siendo:

- U la transmitancia térmica hallada con el Hterm 3.0
- Te la temperatura rigurosa calculada para el 22 de junio y 22 de diciembre (temperatura rigurosa mínima de invierno y máxima de verano respetivamente). La T'_{xm} de verano según procedimiento detallado en el punto del cálculo de la temperatura equivalente. En tanto la temperatura mínima rigurosa de invierno fue calculada según formula extraída de FADU Udelar. Acondicionamiento Térmico – Guion 1, p. 15: $t'_{nm} = t_{nm} - 0.413 (t_{nm} - t_n)$; siendo t_{nm} la temperatura mínima media y t_n la temperatura mínima absoluta. Estos últimos valores fueron tomados de la tabla de “Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío” disponibles en FADU Udelar Acondicionamiento Térmico – Repartido AT01 – p. 27. En este sentido, los valores utilizados fueron:
 - $T_{nm} = 6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (junio)
 - $t_n = -5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (anual)
- Ti la temperatura de confort vista en el ítem sobre el cálculo de la temperatura superficial.
- La $T_{sol-aire}$ el valor calculado precedentemente para cada plano.

Se considera pertinente aclarar que, tanto para el cálculo de la temperatura superficial interior como de la densidad de flujo, el trabajo en su máximo grado de profundización requeriría utilizar el valor de U_c y el factor μ corregido a partir de ésta. No obstante, dado el alcance y la especificidad del presente trabajo, se ha optado por la solución de considerar la U y μ obtenidos con el software Hterm 3.0, así como en el caso de las cubiertas C1 y C4 que presentan heterogeneidades en su composición, de tomar la transmitancia térmica por la cámara de aire por ser la más representativa en porcentaje de área por m2 que la presencia de la pilastra (el área de la pilastra de 20x20cm representa tan solo un 4% del área del metro cuadrado de solución constructiva, por lo que no se toma como representativa su presencia).

3.1.2.1.10 Costo de construcción por m2 de solución constructiva [\$/m2]

Continuado con el siguiente eje de estudio, el eje económico, consistió en calcular el costo de realización de 1 metro cuadrado de la solución constructiva y se realizó en base a las consideraciones a continuación.

El análisis de costos de las soluciones constructivas tradicionales se han realizado en base a cuatro fuentes de información, las que se detallan a continuación en orden de

utilización preferencial, así como su justificación se corresponde con el orden de exposición:

Fuente 1 Libro de texto "Análisis de costos y presupuestación de obras", del Ing. Jorge Caviglia.⁹³ Es la fuente más importante utilizada a nivel general, tanto privado como público, e incluido a nivel académico en las universidades.

Fuente 2 Lista de INCA – “Costos de Componentes de Obra”, realizados por la Arq. Ana Cristina Rainusso⁹⁴. Es una información brindada mes a mes por una importante empresa de fabricación de pinturas (INCA, dependencia de Pinturas ALBA de Argentina), desde hace varios años, lapso durante el cual (por mucho tiempo) constituyó la única fuente de información de este tipo a nivel de todo el país.

Fuente 3 Archivos Técnicos de la Empresa Constructora EMDECO S.R.L.

Es una empresa constructora fundada en 1983 y con actuación ininterrumpida hasta el año 2010, con importante volumen de actividad tanto a nivel particular como estatal.

- N° BPS (Banco de Previsión Social): 1.688.974
- N° DGI (Dirección General Impositiva): 211479880016
- N° de Inscripción en el RNEMTOP (Registro Nacional de Empresas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas): 134
- N° de MTSS (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social): 100010000034990

Fuente 4 Los materiales componentes de los costos provienen de las Listas de Precios de dos barracas, una pinturería, y para materiales particulares como los aislantes, del fabricante más importante a nivel del país; todos proveedores de reconocida trayectoria e importante volumen de ventas dentro de la Capital.

Los proveedores de referencia son:

Proveedor 1	Bca. UNO Montevideo	Avda. Gral. San Martín 3116	tel.	22082679
Proveedor 2	Bca. CENTRAL Montevideo	E. Raña 3185 esq. Bvard. J.B. y Ordóñez	tel.	25069999
Proveedor 3	Pintur. SHERWIN WILLIAMS	Miguel Barreiro 3366 y Rbla. M. Ghandi	tel.	27085946

⁹³ CAVIGLIA, Jorge C. Análisis de Costos y Presupuestación de Obras. 5° Edición. Impresora Gráfica. Montevideo, Uruguay. 2002, 231 p.

⁹⁴ RAINUSSO, Ana Cristina. Costos de Componentes de Obra. [Disponible online]
<https://costos.todouy.com/> [Consulta: enero 2018]

Proveedor 4	Prefab. Hormig. HOPRESA	Bvard. Batlle y Ordóñez 5840	tel.	23592526
Proveedor 5	Baldivia S.A. - Polietileno	Avda. 8 de Octubre 3542	tel.	25074011
Proveedor 6	Bromyros S.A. Aislaciones Térmicas	Pedro Cosio 2430	tel.	25251320
Proveedor 7	APPELSA	Brig. Gral. Juan Antonio Lavalleja, Barros Blancos, Dpto. de Canelones	tel.	22883711

Tabla 9: Tabla de proveedores de referencia

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

Cabe mencionar que el MTOP emite un listado Oficial de precios de muchos de los insumos que se manejan en obra, pero el mismo incluye precios muy distorsionados de algunos materiales y su utilización se limita al cálculo de los ajustes mensuales de precios por fórmula paramétrica en contratos de Obra Pública. La distorsión mencionada en algunos precios de materiales no incide en el valor final de los ajustes dado que los precios de referencia para la paramétrica presentan la misma distorsión. La misma publicación oficial a la que se hace referencia presenta a pie de página en cada una de ellas, una advertencia al respecto: *"La presente lista debe ser usada al solo efecto de los cálculos de ajustes paramétricos o similares. No se recomienda su uso para la realización de presupuestos de obra."*⁹⁵

Como nota complementaria a los precios de materiales empleados, se efectúan las siguientes acotaciones, que responden al criterio de un volumen importante de construcción:

- Para los áridos (caso pedregullo y arena) se ha considerado el precio por viaje (de 7 m³.)
- Para los morteros, se consideró la mezcla gruesa por viaje (de 4 m³), y la mezcla fina (de mucho menor cuantía en su uso), por m³ (unidad)
- El Cemento Portland se tomó a precio de viaje (entre 40-50 sacos)
- El ladrillo de campo común y para vista ídem (3000-4000)

⁹⁵ MTOP. Lista Oficial de Precios n° 515 – Noviembre 2018 (última actualización a febrero de 2019).

[Disponible online]

<http://www.mtop.gub.uy/documents/20182/21126/Lista+oficial+de+precios+de+la+construcci%C3%B3n+-+Noviembre+2018/a476593f-5cb9-43d8-8d1e-3882c4759919?version=1.0> [Consulta: febrero 2019]

- Los bloques vibrados para muro, se han considerado provenientes de la firma HOPRESA, por ser el proveedor habitual de las cooperativas en dichos rubros (dato extraído a partir de la entrevista realizada en el CCU)
- El polietileno de 150 micrones se asume provisto por una casa especializada en plásticos y polietileno (Baldivia S.A.)
- Respecto a las pinturas, se consideró su precio en envases apropiados a una o más viviendas completas.
- Respecto a las placas de poliestireno expandido así como al sistema EIFS, se tomó como proveedor al fabricante de aislaciones térmicas más grande de Uruguay (por volumen de producción anual): Bromyros S.A.
- Referente a los perfiles normalizados, se utilizaron los costos de APPELSA, barraca de hierro y taller metalúrgico más importante en el ramo.
- No se tienen datos del fabricante ni modelo de la losa prefabricada del caso C4, de modo que no se pudo calcular el costo del mismo por falta de información suministrada por el IAT CEDAS.
- Los costos de los materiales utilizados para calcular los precios unitarios tienen incluido el impuesto al valor agregado.

Mano de Obra

Con relación al costo de la mano de obra cabe señalar que los valores utilizados tanto para la hora de Oficial Albañil como para la hora de Peón Práctico incluyen, además del Valor del Laudo establecido por Decreto Oficial del MTSS, todos los demás beneficios incluidos en dicho documento, por ejemplo:

- la media hora paga para almorzar
- la compensación por Ropa, Herramientas y Transporte
- el Incentivo Semanal Obrero por semana completa
- así como otros beneficios extra Decreto pero de uso general y larga data de aplicación, caso el % correspondiente a los 7 Feriados Pagos anuales, que de ordinario, se prorratan en todo el año sin cargárselos específicamente a la obra durante cuya ejecución se produzcan las fechas mencionadas.

Debe aclararse además que el sistema de construcción de Cooperativas de Viviendas, sobre todo las calificadas como "De Ayuda Mutua", contemplan la posibilidad del trabajo en la construcción, de los propios integrantes de la Cooperativa. Tal posibilidad es muy difícil de cuantificar en valores o porcentajes generales, que incluya a todas las cooperativas, dado que el tiempo y las posibilidades físicas de los cooperativistas es sumamente variable, así como los conocimientos técnicos mínimos necesarios para realizar cualquiera de las tareas a emprender.

Para los cálculos correspondientes a la determinación de los Precios Unitarios que se emplearon en el presente trabajo entonces, se asumió que la mano de obra es externa al ámbito de los cooperativistas y contratada especialmente al efecto como si se tratara de una obra de construcción cualquiera.

Leyes Sociales

El mismo criterio expuesto para la Mano de Obra, se seguirá en consecuencia para calcular los aportes correspondientes a las Leyes Sociales generadas.

Uso de la planilla de precios unitarios

Como complemento y como herramienta práctica, se adjuntan en el sector “Anexos”, las planillas de cálculo de los costos unitarios cuya forma de uso se explicita a continuación y que permitirá, de acuerdo a los criterios expuestos (o sujetos a la variación en los proveedores que la fecha de empleo de la planilla y/o que el usuario disponga), la actualización correspondiente para completar los aspectos comparativos entre soluciones.

La Planilla consta de 31 columnas agrupadas en dos sectores: el superior, específico para cada uno de los tipos de elemento constructivos a analizar M1, M2, M3, M4, M5, M6, C1, C2, C3, y C4; y el inferior general a todos los casos con detalle de precios de los materiales y los que corresponden a cada tipo de cerramiento y los proveedores de cada uno de ellos, como también las fuentes teóricas en las que se sustenta técnicamente la planilla.

En el sector superior, las columnas se agrupan a su vez en 6 conjuntos, a saber:

1er. Grupo Sup.: “ELEMENTO CONSTRUCTIVO”, (6 columnas), con la identificación del M(1,2,3,4,5,6) o C(1,2,3,4) correspondiente, y una descripción de las distintas capas que lo componen, sus dimensiones y la fuente de información correspondiente en que se basa el análisis (sustento técnico consultado);

2do. Grupo Sup.: “PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR”, (6 columnas), con el detalle exhaustivo de los diferentes materiales componentes de cada capa, la cantidad de los mismos por unidad de cerramiento estudiado (columna 1), la fuente de información correspondiente (proveedor), el precio unitario de cada material empleado (referido a los valores correspondientes establecidos en el sector inferior de la planilla – columna 2), y el costo de cada uno de los materiales que componen la unidad (columna 3 = columna 1 x columna 2), numeración indicada en la parte superior de la columna. La Σ de todos los valores parciales representará – al pie de la columna – el costo total de los materiales de la unidad de cerramiento analizada.

3er. Grupo Sup.: “LAUDO OFICIAL” (2 columnas) homologado por el MTSS, con las aclaraciones correspondientes explicitadas en la página titulada “R.O.U. --- M.T.S.S. --- LAUDOS VIGENTES EN EL PERIODO: 1º/10/17 AL 31/7/18” adjunta en anexos. Respecto a los componentes del valor de la Hora/Of. Albañil y la Hora/P. Práctico (columnas 4 y 5 respectivamente) – numeración indicada en la parte superior de la columna.

4to. Grupo Sup.: “COSTO DE LA MANO DE OBRA”, (4 columnas: dos subgrupos de 2 cada uno –las 3ra y 4ta unificadas) referido obviamente al tipo de cerramiento analizado. En las dos primeras columnas se trata del consumo de horas de cada una de las categorías (Of. Y Pp.), para la ejecución de cada una de las capas constitutivas del cerramiento, y con los valores establecidos en las Fuentes de Información mencionadas en las columnas 4 y 5 del 1er. Grupo (columnas 6 y 7). La 3er, columna del sector (señalada con el No. 8) señala como se lee en la planilla el “COSTO MANO de OBRA de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA”

Es decir, que la columna 8 de la planilla generada por la suma de los productos de la columna 4 x columna 6 + columna 5 x columna 7) proporciona el costo de ejecución de cada uno de los elementos constitutivos de cada una de las capas de la unidad en

estudio. La Σ de todos los valores parciales representará – al pié de la columna – el costo de la mano de obra empleada para la realización de la unidad de cerramiento analizada.

5to. Grupo Sup.: Lo conforman dos columnas unificadas en la columna 9 la que expresa el costo total de la unidad de cerramiento analizada. (Mat. + M.O).

6to. Grupo Sup.: Constituido por 3 columnas se reserva para el cálculo de los aportes a la Seguridad Social (Leyes Sociales – BPS). El mismo puede calcularse en cada ítem y luego hacer la Σ al pie, u optar por aplicar los coeficientes de cálculo al valor final de la columna 8 (opción adoptada en el caso).

En el sector inferior, las columnas se agrupan a su vez en 3 conjuntos, a saber:

1er. Grupo Inf.: Compuesto por 5 columnas (reagrupadas en 3). En él se exponen todos los materiales a emplearse en cualquiera de los tipos de cerramiento a estudio. También se indica la unidad que se empleará para la adquisición y la cantidad de la compra (p. ej. la arena y el pedregullo se compran por viaje de 7 m³., la mezcla gruesa por viaje de 3 m³., etc.)

2do. Grupo Inf.: está compuesto por 6 columnas (reagrupadas en 5) y se indica, en cada fila, el valor del material correspondiente mencionado en el 1er. Grupo, en la cantidad en que se adquiere (por ej., precio del viaje de 7 m³. de arena). Seguidamente se indica el proveedor del material (identificado con una letra mayúscula en rojo), y posteriormente la unidad y el precio de esa unidad de material a emplearse en el cálculo del costo del cerramiento a estudiar (por ej., la arena se expresa en 1 m³, el portland en 1 kg., etc., ya que estas serán las unidades a utilizarse).

3er. Grupo Inf.: Consta de 10 columnas agrupadas de a pares, en las cuales se hace – para cada tipo: M1, M2, M3, M4, M5, M6, C1, C2, C3, C4) una indicación de todos los materiales a emplearse en ellos, directamente referido al listado de la 1er. Columna del 1er. Grupo Inf. (señalando la fila).

Completan el sector inferior de la planilla, el listado de las distintas fuentes teóricas que dieron sustento técnico a los consumos determinados para cada tipo de cerramiento estudiado, así como también el de los proveedores que cotizaron los distintos materiales que se tuvieron en cuenta para completar las planillas. También los valores de Mano de Obra y Leyes Sociales que se emplearon para calcular los respectivos costos en el sector superior, así como las fechas de vigencia de los mismos.

Finalmente, cada ficha posee un apartado al final con observaciones, comentarios pertinentes a cada caso que posibilitaron el puntapié inicial a la discusión en el capítulo del análisis de las fichas (por ejemplo se puntualizó sobre si cumplen o no con la normativa de transmitancia térmica de Montevideo, con la norma UNIT 1150 –valores de U según masa del cerramiento- o con la norma IRAM 11605 –valores de Kmax de acuerdo a la temperatura exterior de diseño en el caso de invierno, o de la zona bioambiental para el caso de verano); así como algún comentario pertinente sobre el comportamiento constructivo-higrotérmico-hidro repelente). En tal caso, las condiciones de cumplimiento deberían de ser las siguientes:

- Resolución Departamental 2928/09 sobre Transmitancia Térmica: $U \leq 0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Norma UNIT 1150 (cerramientos con masa $\geq 120 \text{ Kg/m}^2$): $U \leq 0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Norma IRAM 11605:
 - Condiciones de invierno (text de diseño ≥ 0)
 - Nivel A = muros $0.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Nivel B = muros $1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.83 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Nivel C = muros $1.85 \text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Condiciones de verano (Montevideo pertenece a la zona climática IVd templada fría. Estas condiciones en Argentina pueden ser equivalentes a la zona bioambiental IV)
 - Nivel A = muros $0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Nivel B = muros $1.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Nivel C = muros $2.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ / techos $0.76 \text{ W/m}^2\text{K}$

Siendo Nivel A: Recomendado; Nivel B: Medio; Nivel C: mínimo.

A los efectos de este trabajo, por un lado, se compararán los resultados con el nivel medio por considerarse un promedio entre las mejores condiciones (pero con una importante carga económica) y el nivel mínimo, si bien cumple con el aspecto térmico, no necesariamente implica una buena performance energética ni mucho menos una garantía de no generar condiciones propicias para la aparición de patologías. Por otro, dado que la temperatura exterior de diseño en invierno es de 4°C , se tomó de la tabla 1 de la IRAM 11605 una text de diseño ≥ 0 . Para verano, dado que Montevideo se encuentra en la zona climática IVd templada fría, sus características climáticas pueden ser asimilables a las de la zona bioambiental IV de Argentina, de modo que en la tabla 2 también de la IRAM 11605, se tomaron los datos de dicha zona para realizar las comparaciones.

3.1.2.2 Evaluación experimental de la envolvente edilicia

Como parte de la etapa experimental de verificación de la presente investigación y la cual fue volcada también en las fichas resumen de los Estudios de Caso descriptas en este capítulo, se auditaron diversos programas edilicios (caso Cooperativas de Vivienda, viviendas en régimen común y en propiedad horizontal, policlínicas y oficinas; todas de construcción tradicional y localizadas en Montevideo), que fueron denunciado afectaciones por patologías de humedad y mohos. Como parte de dichas auditorías, además de los monitoreos correspondientes a la evaluación con enfoque arquitectónico, se tomaron muestras de mohos visibles in situ, para su posterior caracterización (en laboratorio y por personal idóneo especializado en el tema) a nivel morfológico (macro y microscópico) y molecular por secuenciación de regiones ITS. El período de estudio fue durante el período riguroso de invierno (para tener amplio espectro y abarcar la formación de mohos por problemas higrotérmicos). En este sentido, se realizaron las siguientes acciones:

Desde el enfoque arquitectónico, los parámetros monitoreados fueron:

3.1.2.2.1 Temperatura interior, humedad relativa interior y punto de rocío

Se monitorearon en algunos casos de estudio, la temperatura interior, humedad relativa interior y punto de rocío (durante un período de 10 a 15 días, de modo de obtener un perfil ambiental interior representativo del mes), utilizando micro adquisidores de datos Hobo Onset UX100-003 y HT1 Temperature & Humidity Sensor Smart de SensorPush, conforme a norma UNE EN ISO 7726:2002 “Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas”. El resultado de dichas mediciones fue volcado a un diagrama psicrométrico (Planilla Psiconf, LAyHS, FAU, UNLP) a efectos de evaluar la situación ambiental interior con respecto a la zona de confort para Montevideo. Los datos climáticos exteriores utilizados en la Planilla Psiconf, fueron los provistos por la estación meteorológica experimental “Las Brujas” del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), localizada al suroeste del Departamento de Canelones. Los datos suministrados por esta estación se consideran confiables, se utilizan normalmente en investigaciones científicas de diversas ramas y se pueden visualizar on-line en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Estaciones-on-line>

Se seleccionaron nueve casos a monitorear con los microadquisidores, continuando con el criterio de muestreo no-probabilístico por conveniencia. En este sentido, se monitorearon los nueve casos con afectaciones visibles extremas, llevando a conclusiones sobre los escenarios y sus condiciones ambientales más favorables para la proliferación de agentes biológicos (mohos).

Las características técnicas de los microadquisidores de datos son los siguientes:

Hobo Onset UX100-003 (Fuente: manual de usuario)

Sensor de temperatura	Humedad relativa y punto de rocío
Rango	-20° to 70°C (-4° to 158°F)
Precisión	±0.21°C from 0° to 50°C (±0.38°F from 32° to 122°F)
Resolución	0.024°C at 25°C (0.04°F at 77°F)
Tiempo de respuesta	4 minutes in air moving 1 m/s (2.2 mph)
Sensor de HR	
Rango	15% to 95% (non-condensing)
Precisión	±3.5% from 25% to 85% including hysteresis at 25°C (77°F); below 25% and above 85% ±5% typical
Resolución	0.07% at 25°C (77°F) and 30% RH
Tiempo de respuesta	43 seconds to 90% in airflow of 1 m/s (2.2 mph)

Tabla 10: Información técnica de los microadquisidores de datos Hobo ONSET

Fuente: elaboración propia en base a la información del proveedor. Disponible online: <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ux100-003?qt-product-tabs=4#qt-product-tabs>

HT1 Temperature & Humidity Sensor Smart

Rango de temperatura	-40°C - 60°C (-40°F - 140°F)
	0 - 100% (exposición prolongada a más de 80% HR puede crear un desplazamiento de hasta +3% en las lecturas. Este efecto se revierte gradualmente una vez se vuelva a condiciones de HR menores a 80%)
Precisión de la temperatura (0°C - 60°C / 32°F - 140°F)	±0.3°C / ±0.5°F típica ±0.5°C / ±0.9°F máxima
Precisión de la temperatura (rango completo)	±0.7°C / ±1.3°F típica 1.2°C / ±2.2°F máxima
Precisión de la humedad (@ 25°C / 77°F, from 20% - 80% RH)	±3% típica ±4.5% máximo
Precisión de la humedad (@ 25°C / 77°F, from 0% - 100% RH)	±4.5% típica ±7.5% máximo

Tabla 11: Información técnica de los sensores HT1

Fuente: elaboración propia en base a la información del proveedor. Disponible online:

<http://www.sensornpush.com/products/ht1>

3.1.2.2.2 Detección cuantitativa de humedad contenida en cerramientos

Se obtuvo el valor de la humedad contenida dentro de los materiales de construcción que forman parte de la envolvente material de las edificaciones, utilizando higrómetro electrónico capacitivo Extech MO57, conforme a norma UNE EN 16242 "Conservación del patrimonio cultural. Procedimientos e instrumentos para la medición de la humedad del aire y los intercambios de humedad entre el aire y el patrimonio cultural". Se realizó un mapeo de humedades de cada cerramiento afectado. La cantidad de humedad presente en el elemento constructivo da la pauta además, de un aumento en la conductividad térmica y por lo tanto, de una deficiencia desde el punto de vista del desempeño térmico de los mismos. Estos mapeos realizados in situ, fueron elaborados en base a un trazado de cuadrícula auxiliar a partir de una imagen, cuadrícula de dimensiones aproximadas de 15 x 15cm, midiéndose el valor en el punto central del mismo.

Las características técnicas del higrómetro capacitivo son las siguientes:

Higrómetro Extech MO57 (fuente: manual del usuario)

Especificaciones generales	
Tipo de sensor	Sensor esférico sin agujas
Profundidad de medición	<4" (100mm)
Rango de humedad en madera	0.1 a 99.9%
Rango de humedad en materiales tradicionales	0.1 a 99.9%
Resolución	0.1%
Niveles de humedad en madera	bajo: 0.1 to 16.9%; medio: 17.0 to 39.9%; alto: 40.0 to 99.9%
Niveles de humedad en materiales tradicionales	bajo: 0.1 to 16.9%; medio: 17.0 to 39.9%; alto: 40.0 to 99.9%
Dimensiones/peso	8.3x2.8x1.3" (210x70x33mm) / 5.5oz (155g) battery not included

Tabla 12: Información técnica del higrómetro Extech

Fuente: elaboración propia en base a la información del proveedor. Disponible online:

<http://www.extech.com/mo57/>

3.1.2.2.3 Evaluación cualitativa de patologías edilicias, puentes térmicos y puntos singulares de la construcción

Se realizó una detección cualitativa de la existencia de zonas con agua contenida en el interior de los cerramientos, así como zonas de puentes térmicos en los elementos constructivos, zonas proclives a la formación de mohos de condensación. Esto se realizó mediante el uso de imágenes termográficas, tomadas con una cámara termográfica Fluke TIS45 y conforme a norma UNE-EN 13187:2000 "Prestaciones térmicas de edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método de infrarrojos".

Las características técnicas de la cámara termográfica son las siguientes:

Cámara FLUKE TIS45 (fuente: manual del usuario)

Resolución espacial (IFOV)	3,9 mRad
Resolución del detector	160 x 120
Campo de visión	35,7° x 26,8°
Distancia hasta el punto de exploración	257:1
Sistema de enfoque	Enfoque manual, distancia mínima de enfoque, 0,15 m (6 pulg.)
Sensibilidad térmica (NETD)	≤ temp. objetivo de 0,09 °C a 30 °C (90 mK)
Rango de medida de temperatura (no calibrada por debajo de los -10 °C)	-20 °C a +350 °C (-4 °F a 662 °F)

Tabla 13: Información técnica de la cámara termográfica Fluke

Fuente: elaboración propia en base a la información del proveedor. Disponible online:
<https://www.fluke.com/es-uy/producto/captura-de-imagenes-termograficas/termografia/serie-performance/fluke-tis45>

3.1.2.2.4 Valores instantáneos de CO2 interior

Se obtuvieron valores instantáneos del nivel de CO2 interior, que tienen relación directa con la calidad de la ventilación de los ambientes; utilizando como herramienta el equipo de sensor infrarrojo NDIR Autopilot Desktop CO2 Monitor and Data Logger, conforme a norma UNE EN ISO 16000-26:2014 “Aire de Interiores. Parte 26: Estrategia de muestreo del dióxido de carbono (CO2)”. El valor instantáneo medido en sitio fue comparado con el límite recomendado por la norma UNE-EN 13779:2008 Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos, y por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS3 Calidad del Aire Interior, según corresponda.

Las características técnicas del sensor NDIR son las siguientes:

NDIR Autopilot Desktop CO2 Monitor and Data Logger – Medidor ambiental (Fuente: manual del usuario)

Especificaciones generales	
Temperatura de funcionamiento	32°F to 122°F (0°C to 50°C)
Temperatura de almacenamiento	-4°F to 140°F (-20°C to 60°C)
RH de funcionamiento y almacenamiento	0-95%, sin condensación
Medición de CO2	
Exactitud de 0-3000 ppm	±50 ppm or ±5% de lectura, cuanto sea mayor
Exactitud por encima de 3000 ppm	±7%
Repetibilidad	20 ppm at 400 ppm (dev. Estandar de 10 lecturas en 1 minuto)
Rango de medición	0-5000 ppm
Resolución del display	1 ppm (0-1000); 5 ppm (1000-2000); 10 ppm (>2000)
Temperatura de dependencia	±0.1% de lectura por °C or ±2 ppm por °C, lo que sea mayor, referenciado a 25°C
Presión de dependencia	0.13% de lectura por mm Hg (corregido por la entrada de altitud del usuario)

Tiempo de respuesta	<2 min para 63% de cambio de paso o <4.6 min para 90% cambio de paso
Tiempo de calentamiento	<30 seg
Medición de temperatura	
Temperatura de funcionamiento	32°F to 122°F (0°C -50°C)
Resolución del display	0.1°F (0.1°C)
Resolución	±1°F (±0.5°C)
Tiempo de respuesta	<20 min (63%)
Medición de humedad relativa	
Rango	10-90%
Exactitud	±5%
Resolución	1% en lectura principal, 0.1% en lectura máxima y mínima

Tabla 14: Información técnica del monitor de CO2

Fuente: elaboración propia en base a la información del proveedor. Disponible online: <http://www.autopilotcontrollers.com/CO2>

3.1.2.2.5 Muestreo de mohos (hongos miceliales o filamentosos) visibles en sitio

Por otro lado, desde el enfoque microbiológico:

- Se tomaron fotos de mohos (hongos miceliales o filamentosos) visibles, a efectos de caracterizar su aspecto macroscópico y volcarlas a la matriz de atlas.
- Se planificaron los muestreos conforme a norma UNE EN ISO 16000-19 “Aire de Interiores. Parte 19: Estrategia de muestreo para mohos”. Se tomaron muestras de los mohos visibles mediante técnica de hisopo estéril y cinta adhesiva, conforme a normas ASTM D7789-12 “Standard Practice for Collection of Fungal Material from Surfaces by Swab” y ASTM D7910-14 “Standard Practice for Collection of Fungal Material from Surfaces by Tape Lift”. Todos estos muestreos se realizaron bajo estrictos protocolos de seguridad, con equipos de protección personal, y sin alterar las condiciones de seguridad en relación a la calidad del aire interior. Estos procedimientos se realizaron a efectos de caracterizar a los géneros en microscopio.

Estas muestras fueron llevadas a laboratorio⁹⁶ y, allí, realizado por personal especialista en la materia, los aislaron y realizaron los cultivos monoespóricos (a efectos de asegurarse la pureza de los mismos). Se los hicieron crecer en condiciones ideales, y se les aisló el ADN genómico. Con este ADN se les realizó la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa –PCR- (en este caso de regiones ITS, con primers ITS1 e ITS4), se controló que fuera un fragmento único y se envió a secuenciar por “Método de Sanger”, a una empresa pública en medicina y biotecnología de Corea del Sur⁹⁷. Finalmente, el personal del laboratorio clasificó las cepas aisladas por género, en base a su morfología macro y microscópica en medios de cultivo; y por especie, a partir de la secuenciación de genes, contrastándolas con la base de datos del National Center for Biotechnology Information⁹⁸ de USA. Este fue un trabajo realizado por profesionales expertos en la materia y con conocimientos y especialización en biología molecular; de ninguna forma podrían ser procedimientos realizados por profesionales en otro ramo ni mucho menos por el usuario en general. La información obtenida por los especialistas en el laboratorio (género/especie de los mohos identificados), se volcó a la matriz del atlas, para su interrelación con el material de construcción en que proliferó, las circunstancias constructivas que lo favorecieron, y las posibles afectaciones en la salud que puede ocasionar, éste último en función de revisión bibliográfica especializada en el tema.

Cabe la aclaración que, de todas las muestras cultivadas y secuenciadas, la muestra denominada “D” (en el atlas y en la matriz resumen de resultados), se contaminó en el proceso, de modo que no fue posible identificar la especie, solo su género.

Otro aspecto importante a aclarar, es que esta caracterización pretende ser un análisis cualitativo de los principales grupos de mohos presentes, pero no llegar a informar el número total de mohos ni de esporas presentes en el aire, ya que para ello se precisarían de otras técnicas y protocolos de muestreos, no abordados en la presente investigación.

Como complemento de dicha etapa, se realizó una encuesta a los usuarios que abarcó temas en materia de salud, confort térmico y métodos de climatización de las construcciones, como forma de cualificar desde la “sensibilidad”, la caracterización de las condiciones ambientales monitoreadas. Esta encuesta fue diseñada por la autora de la presente investigación en base a los cuestionarios del INSHT en su libro “Síndrome del Edificio Enfermo. Metodología de Evaluación. Pp. 101-121. [Disponible online] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

Los resultados obtenidos del muestreo in situ de mohos visibles se volcaron en el atlas de reconocimiento visual y caracterización de los géneros y especies de mohos más

⁹⁶ El laboratorio de referencia para los estudios de los mohos fue el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad ORT Uruguay, sito en la calle Mercedes 1237, Montevideo; cuyo Coordinador es el Máster en Ciencias Biológicas, Carlos Sanguinetti Acosta.

⁹⁷ Macrogen, empresa pública de biotecnología y médica, fundada en el año 1997, sito en Seúl, Corea del Sur. Web oficial <http://www.macrogen.com/en/main/index.php>

⁹⁸ NCBI web oficial <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

comunes en edificios, cuya matriz permitirá la incorporación de datos a futuro obtenidos en futuras investigaciones.

Por último, en el *Capítulo 4* sobre el *análisis integrativo del contenido de las fichas y discusión*, se procedió a realizar un estudio comparativo y ponderativo de todos los resultados de las variables halladas y de los resultados de la parte experimental, utilizando como herramienta de interfase gráficos de barras que permitieran visualizar mejor la contrastación. Se trata de una evaluación con un enfoque crítico, sobre la performance de cada una de las soluciones, la disposición de las capas en el cerramiento desde un punto de vista constructivo -haciendo mayor hincapié en el material aislante térmico, la barrera de vapor, y el material que garantiza la estanqueidad al agua de lluvia del cerramiento-, los hábitos y conductas del usuario en relación a la ventilación y climatización, las afectaciones de salud que padecen, los tipos de humedades halladas y su relación con los aspectos formales y materiales del edificio, los principales grupos de mohos hallados y su relación con las condiciones ambientales y edificaciones preexistentes, así como una valoración económica que en definitiva señale si además de “constructivamente viables” las soluciones constructivas son “económicamente viables”. A modo de cierre del capítulo y como parte de los objetivos de la presente investigación, se presentan una serie de recomendaciones tanto para el técnico como para el usuario, a efectos de evitar la tendencia a la formación de humedades a partir de correcto diseño, construcción, uso y mantenimiento, y evitar así sus consecuentes afectaciones negativas en la salud y el confort del usuario.

3.2 Interpretación (diseño y lectura) de las fichas tipo, resumen de los estudios de caso

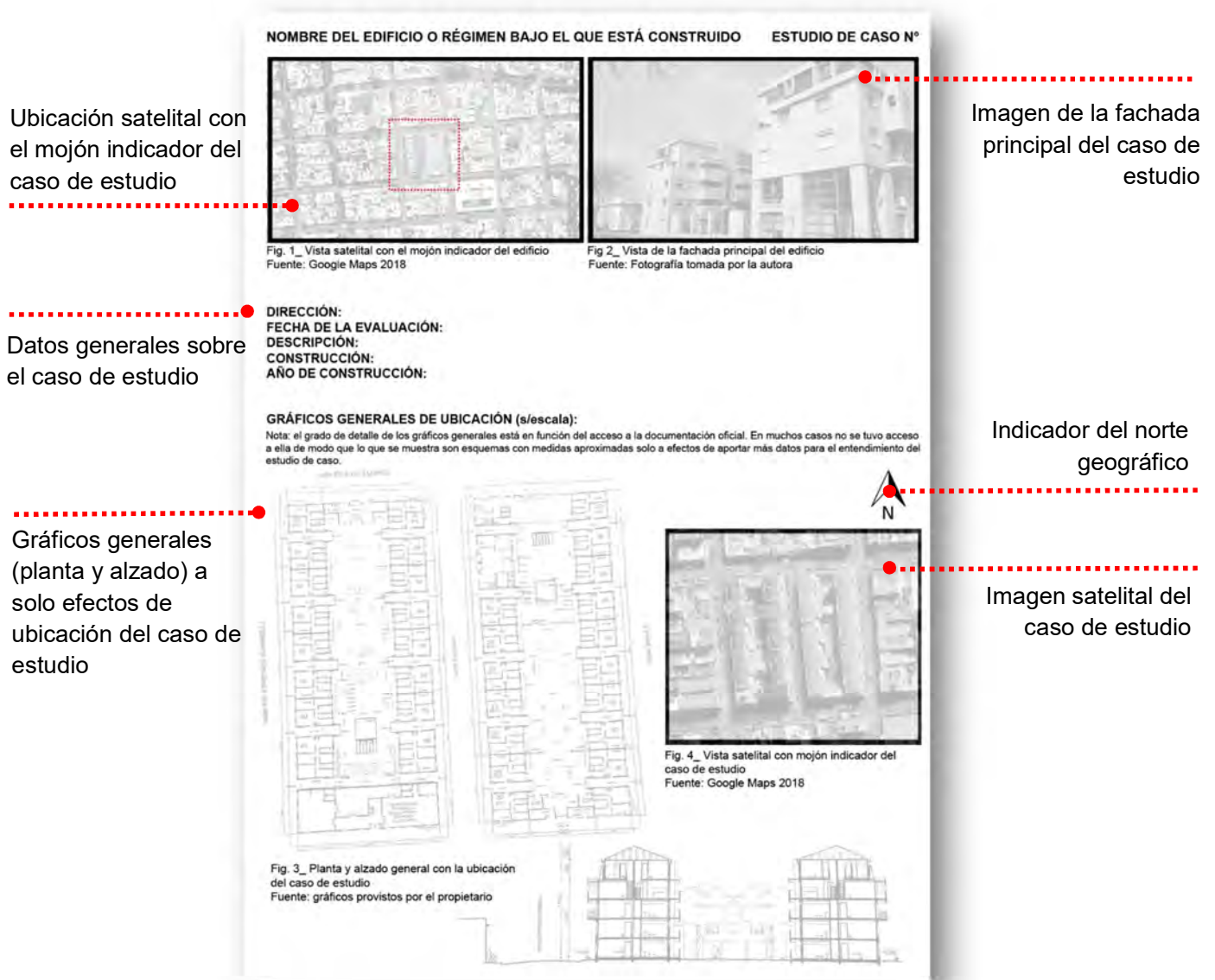


Figura 54: Ficha tipo – General

Fuente: elaboración propia

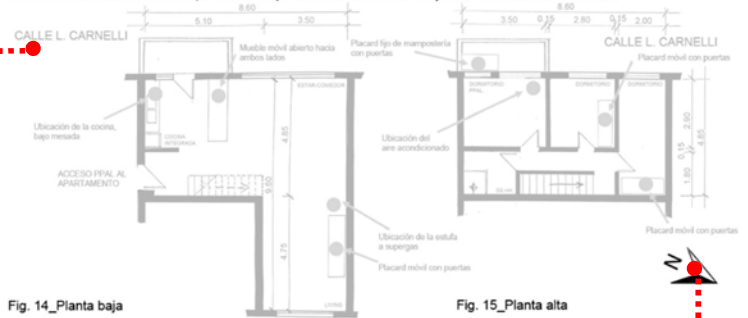
ESTUDIO DE CASO: IMÁGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda sujeta a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas "delicados", en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda.



ESTUDIO DE CASO: PLANTA/S (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso.



Sector con imágenes de recorrido del caso de estudio: se puso especial énfasis en lograr imágenes generales (siempre que el propietario lo permitiera), e imágenes de detalles particulares (como equipos de climatización eléctricos, estufas, deshumidificadores y muebles, que de alguna forma ayuden a comprender la situación de crecimiento de los mohos

Planta/s del estudio de caso, con la ubicación de elementos representativos del problema: equipos de aire acondicionado, estufas a supergas, mobiliario, deshumidificadores, etc.

Figura 55: Ficha tipo – Estudio de Caso: imágenes de recorrido

Fuente: elaboración propia

Indicador del norte geográfico

Detalle constructivo del cerramiento en estudio (ya sea muro o cubierta)

Código del cerramiento en estudio: C para cubierta, M para muro

Descripción del cerramiento en estudio: tipo, capas, posición, masa, espesor total

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO):
CERRAMIENTO (POSICIÓN):
DESCRIPCIÓN:

Masa =
Espesor =

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m2K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)
 $U =$
 Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m2K]
 $U_m =$
 Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m2K]
 $CT =$
 Retardo Térmico [Hs]
 $\Phi =$
 Factor de amortiguamiento [adimensional]
 $\mu =$
 Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	SI	NO
Intersticial	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m2K]
 $U_c =$
 Temperatura sol-aire (solo para verano) [°C] a la hora de T_e máxima por plano
 Plano Norte = / Plano Este =
 Plano Oeste = / Plano Sur =
 Plano Horizontal =
 Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire) [°C]

invierno	$ts_{hvert} =$	verano	$ts_{xhorte} =$
	$ts_{rhorte} =$		$ts_{xoeste} =$
			$ts_{ksur} =$
			$ts_{xhoriz} =$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m2] cons. Tsol-aire

invierno	$Q_{condvertical} =$	verano	$Q_{condnorte} =$
	$Q_{condhorizontal} =$		$Q_{condoeste} =$
			$Q_{condsur} =$
			$Q_{condhorizontal} =$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m2 construido = (pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales. No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

Eje de estudio de los principales indicadores termo-energéticos en régimen estacionario y variable cíclico: U , U_m , CT , μ , Φ , riesgo de condensación, U_c , $tsol$ -aire de acuerdo al plano, ts_x y ts_n (considerando el aporte solar), Q_{cond} de acuerdo al plano.

Eje de estudio que evalúa el costo de ejecución por metro cuadrado de solución constructiva

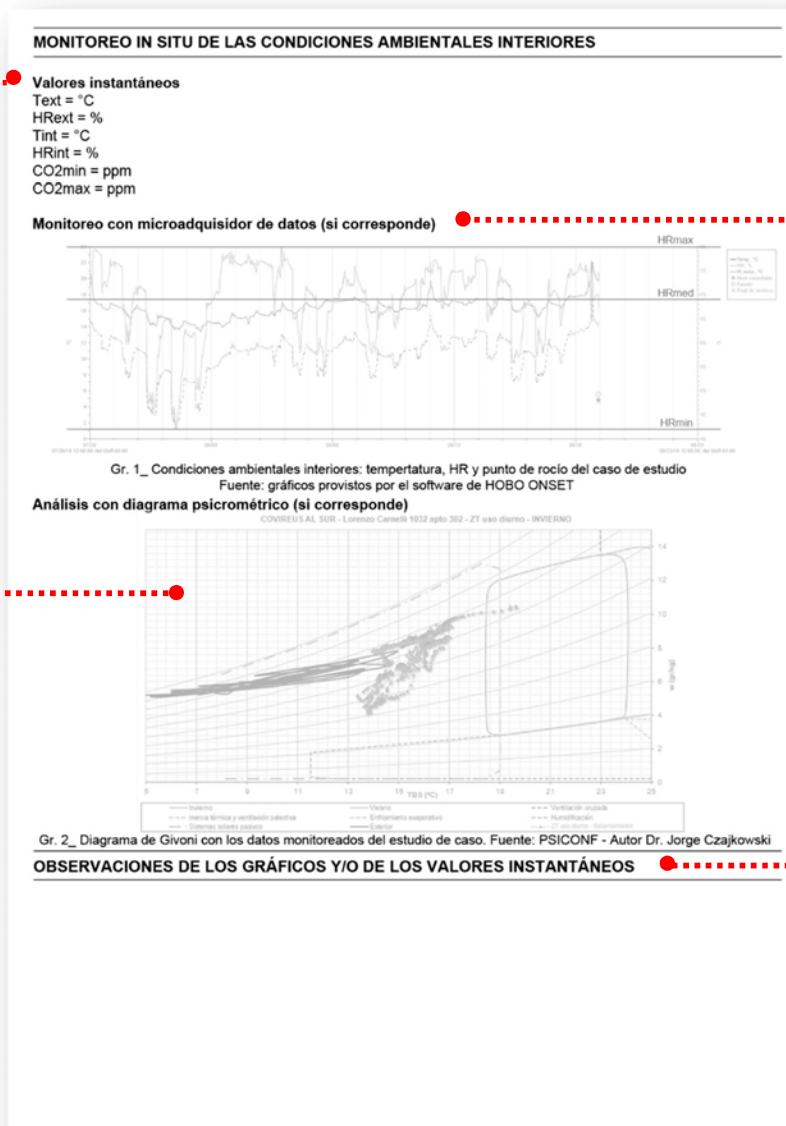
Sector de la ficha donde se realizan comentarios pertinentes a los resultados precedentemente expuestos

Figura 56: Ficha tipo – Estudio teórico

Fuente: elaboración propia

Valores instantáneos medidos con equipo de sensor infrarrojo NDIR Autopilot Desktop CO2 Monitor and Data Logger, conforme a norma UNE EN ISO 16000-26:2014

Diagrama de Givoni con los datos monitoreados en sitio de los casos seleccionados. Realizado a partir de la Planilla Psiconf, LAyHS, FAU, UNLP, cuyo autor es el Dr. Jorge Czajkowski



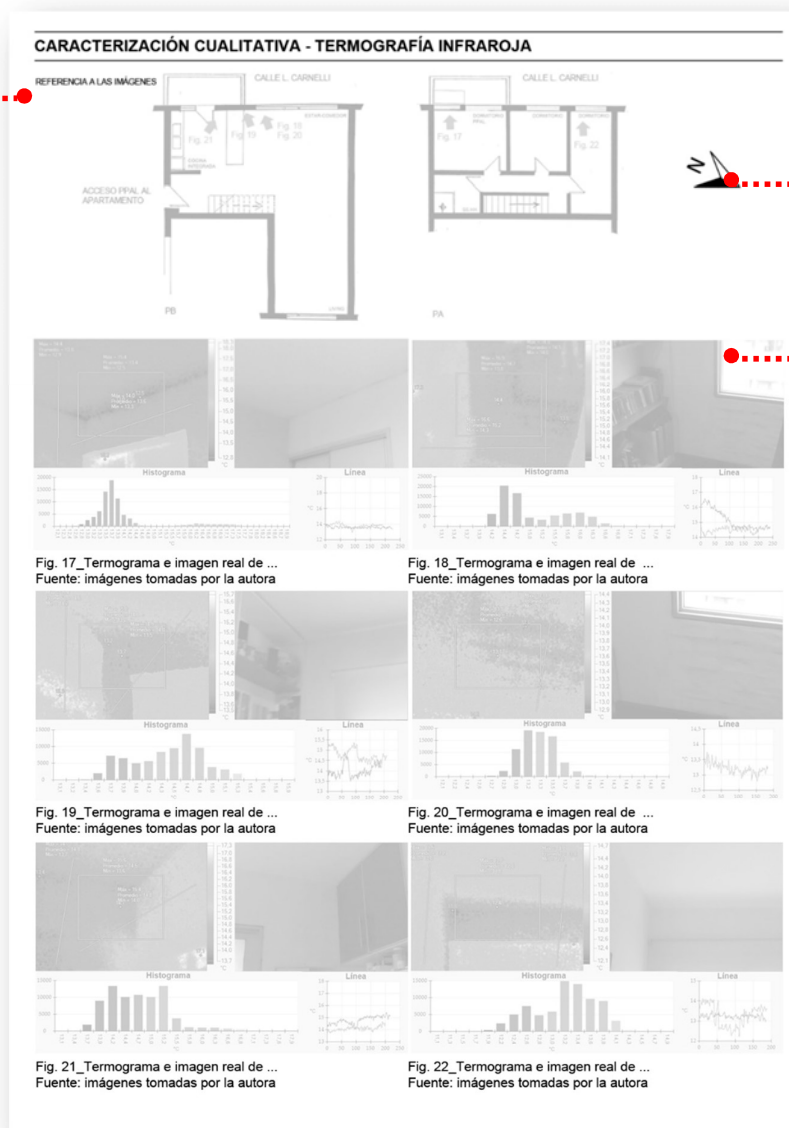
Para los casos seleccionados, monitoreo de temperatura, HR interior y punto de rocío con microadquisidores de datos Hobo Onset UX100-003, conforme a norma UNE EN ISO 7726:2002

Observaciones acerca de los gráficos ó de los valores instantáneos tomados: días evaluados, comportamiento de la temperatura interior y la HR comparada con las condiciones exteriores, observaciones acerca de la zona de confort para el período de estudio, comparativa del CO2 medido con el límite normativo recomendado según UNE-EN 13779:2008 ó el CTE DBHS3

Figura 57: Ficha tipo – Monitoreo in situ de las condiciones ambientales interiores

Fuente: elaboración propia

Planta/s del estudio de caso, con la localización de cada uno de los termogramas, a efectos de que sea más sencilla su comprensión.



Indicador del norte geográfico

Sector con imágenes termográficas del caso de estudio (y sus respectivas imágenes reales, histogramas de líneas y barras). Las imágenes se tomaron con cámara termográfica Fluke TIS45 y conforme a norma UNE-EN 13187:2000

Figura 58: Ficha tipo – Caracterización cualitativa: termografía infrarroja

Fuente: elaboración propia

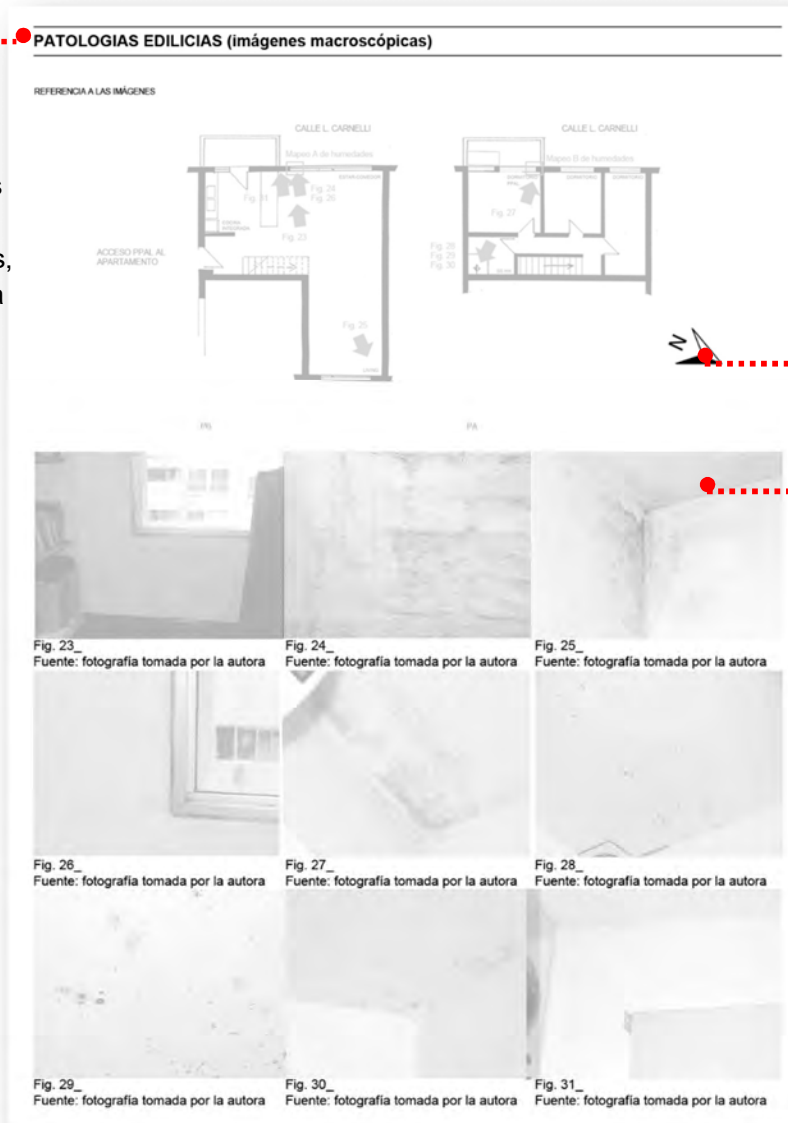
OBSERVACIONES DE LOS TERMOGRAMAS

Sector con las observaciones pertinentes acerca del análisis de los termogramas: se realizó la evaluación cualitativa de puentes térmicos, puntos singulares en general y humedad contenida en los materiales. Se puso especial énfasis en, por ejemplo, la comparación de temperaturas superficiales con respecto a la temperatura del aire, de modo de verificar existencia de barrera térmica; así como la comparativa de los valores de las temperaturas superficiales entre paños centrales y puentes térmicos.

Figura 59: Ficha tipo – observaciones de los termogramas

Fuente: elaboración propia

Planta/s del estudio de caso, con la localización de cada una de las imágenes de las patologías edilicias encontradas, a efectos de que sea más sencilla su comprensión.



Indicador del norte geográfico

Sector con imágenes de las patologías edilicias encontradas el caso de estudio

Figura 60: Ficha tipo – Patologías edilicias: imágenes macroscópicas

Fuente: elaboración propia

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES



Fig. 32_Mapeo A de humedad en sector ...
Fuente: Elaboración propia

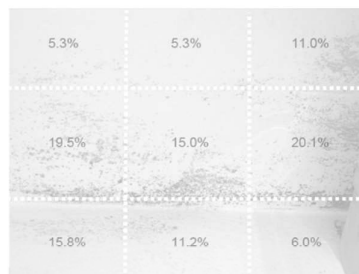


Fig. 33_Mapeo B de humedad en sector ...
Fuente: Elaboración propia

Mapeo de las humedades más representativas de la problemática en el caso de estudio. Estos mapeos realizados in situ, fueron elaborados en base a un trazado de cuadrícula auxiliar a partir de una imagen, cuadrícula de dimensiones aproximadas de 15 x 15cm, midiéndose en el valor en el punto central del mismo. El valor se midió utilizando higrómetro electrónico capacitivo Extech MO57, conforme a norma UNE EN 16242

Figura 61: Ficha tipo – Caracterización cuantitativa: mapeos de humedades

Fuente: elaboración propia

Planta/s del estudio de caso, con la localización de cada una de las muestras de mohos visibles tomadas en sitio.

Indicador del norte geográfico



Sector con imágenes de los muestreos de mohos visibles realizados en el caso de estudio, conforme a norma UNE EN ISO 16000-19. Las muestras de los mohos visibles se tomaron mediante técnica de hisopo estéril y cinta adhesiva, conforme a normas ASTM D7789-12 y ASTM D7910-14

Figura 62: Ficha tipo – Muestreos in situ y resultados de laboratorio

Fuente: elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO



Fig. 40_



Fig. 41_
Fuente: fotografía tomada por la autora

Fig. 42_
Fuente: fotografía tomada por la autora

Fig. 43_

Fig. 44_
Fuente: fotografía tomada por la autora

Fig. 45_
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

178

Cuestionario
realizado al usuario
con preguntas acerca
de la ocupación y
agenda de uso del
caso de estudio, el
tipo de climatización
utilizada, la
percepción acerca de
las condiciones
ambientales
interiores y las
posibles afectaciones
en la salud que
tienen

ENCUESTA AL USUARIO*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

¿Cuánto tiempo pasan en la vivienda?

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire?
- ¿falta de ventilación?
- ¿se ventila la casa en invierno?

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo?
- ¿la humedad produce calor?
- ¿la humedad produce frío?
- ¿tiene la sensación de sequedad?
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos

Garganta: sequedad, picazón, dolor

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones.

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>
[Consulta: marzo 2018]

Figura 64: Ficha tipo – Encuesta al usuario

Fuente: elaboración propia

RESULTADOS

4.1 Estudios de caso: fichas resumen

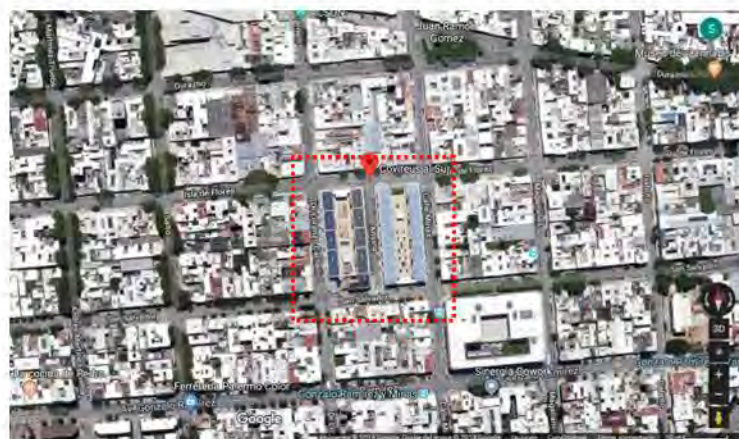


Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Ansina 1017 apto. 302 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 14 de julio de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento tipo dúplex de 2 dormitorios

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, c/ático sin ventilar, s/aislamiento térmico y con sobre techo de chapa ondulada Econopanel

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

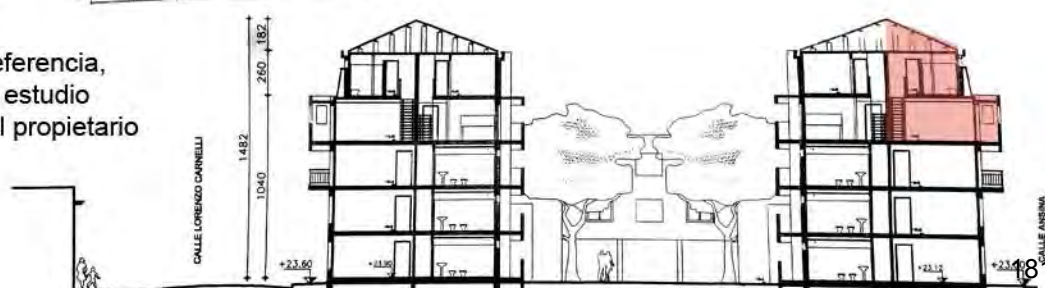
Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales, dado que la propietaria no estaba dispuesta a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del estar-cocina
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Imagen parcial del estar-cocina
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Aire acond. en dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Imagen parcial del corredor en PA
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 11_Imagen parcial del lavadero
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 12_Aire acond. en dormit. principal
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 13_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

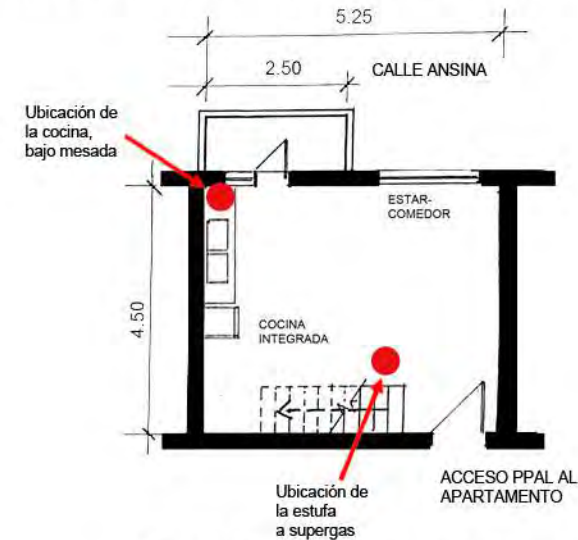


Fig. 14_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia

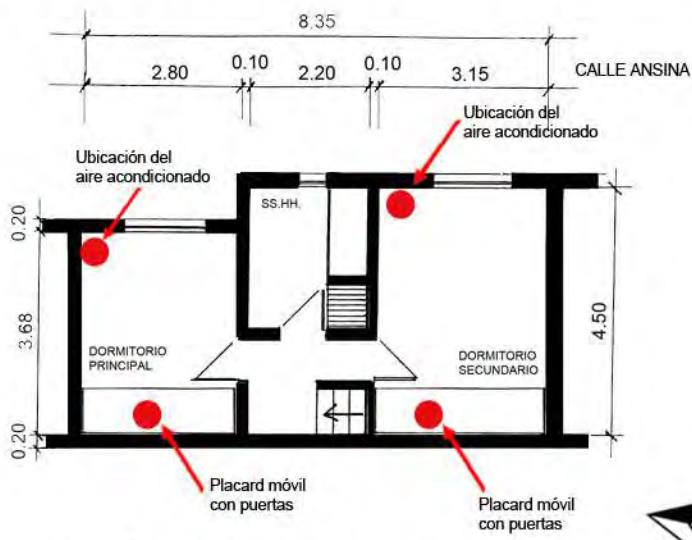
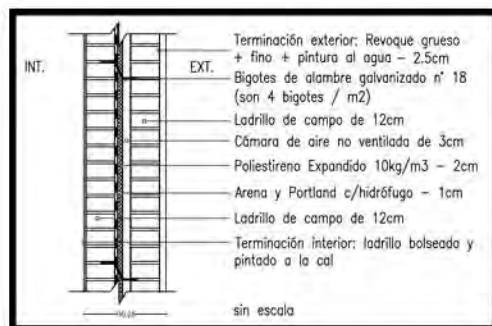


Fig. 15_Planta alta del apartamento
Fuente: elaboración propia





M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según

UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A

/ Plano Este = 41.19°C

Plano Oeste = N/A

/ Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = 25.59^\circ\text{C}$

$tsX_{oeste} = \text{N/A}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = 36.13 \text{ W/m}^2$

$Q_{condoeste} = \text{N/A}$

$Q_{condsur} = \text{N/A}$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

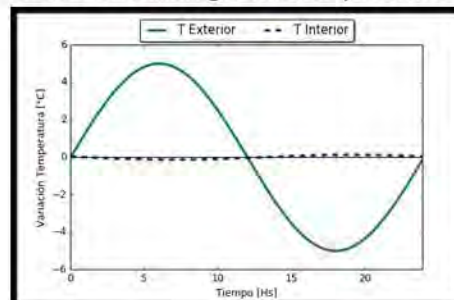
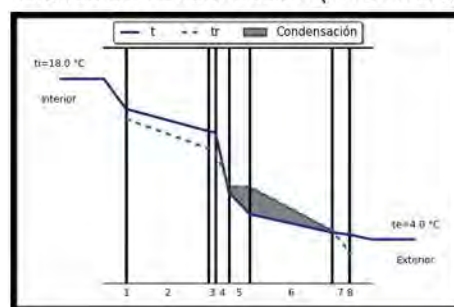


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

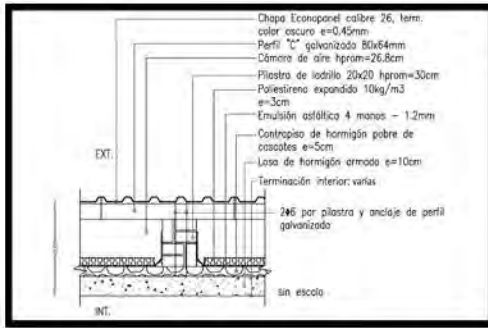
NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNPP, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.



C1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa de hormigón armado maciza c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1337.51 Kg/m² (por pilastra de ladrillo) / 950.93 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.530 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por cámara}} = 0.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por pilastra}} = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por cámara}} = 606.20 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por pilastra}} = 992.38 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por cámara) = 9.78 Hs / ϕ (por pilastra) = 22.86 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.014 / μ (por pilastra) = 0.018

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	por cámara	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial		SI	NO		SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 60.19°C

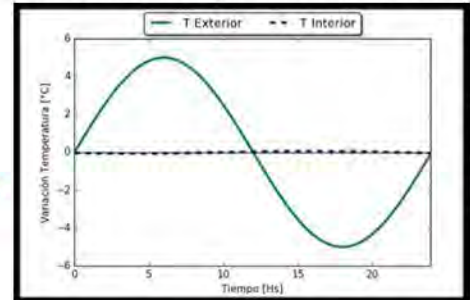
Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno	$t_{\text{snvert.}} = \text{N/A}$	verano	$t_{\text{sx norte}} = \text{N/A}$
	$t_{\text{snhoriz.}} = 18.81^\circ\text{C}$		$t_{\text{sx este}} = \text{N/A}$
			$t_{\text{sx oeste}} = \text{N/A}$
			$t_{\text{sx sur}} = \text{N/A}$
			$t_{\text{sx horiz.}} = 25.92^\circ\text{C}$

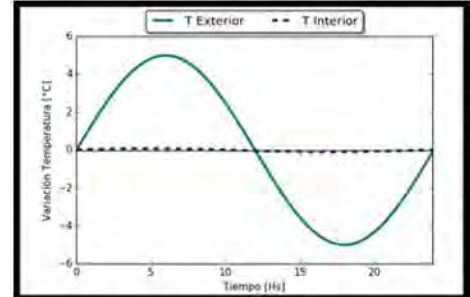
Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

invierno	$Q_{\text{cond vertical}} = \text{N/A}$	verano	$Q_{\text{cond norte}} = \text{N/A}$
	$Q_{\text{cond horiz.}} = 16.56 \text{ W/m}^2$		$Q_{\text{cond este}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{cond oeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{cond sur}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{cond horiz.}} = 58.86 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

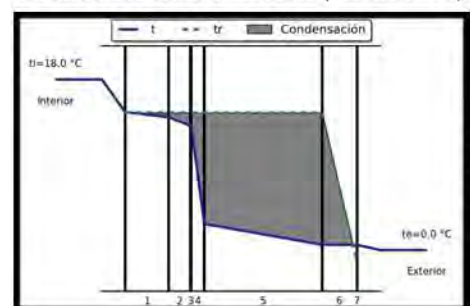


por cámara

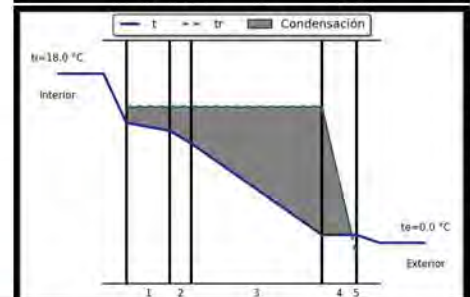


por pilastra

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por pilastra

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3349,78
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higrotérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinúa la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y ocasionar el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso diurno)

Text = 10.0°C

HRExt = 93.5%

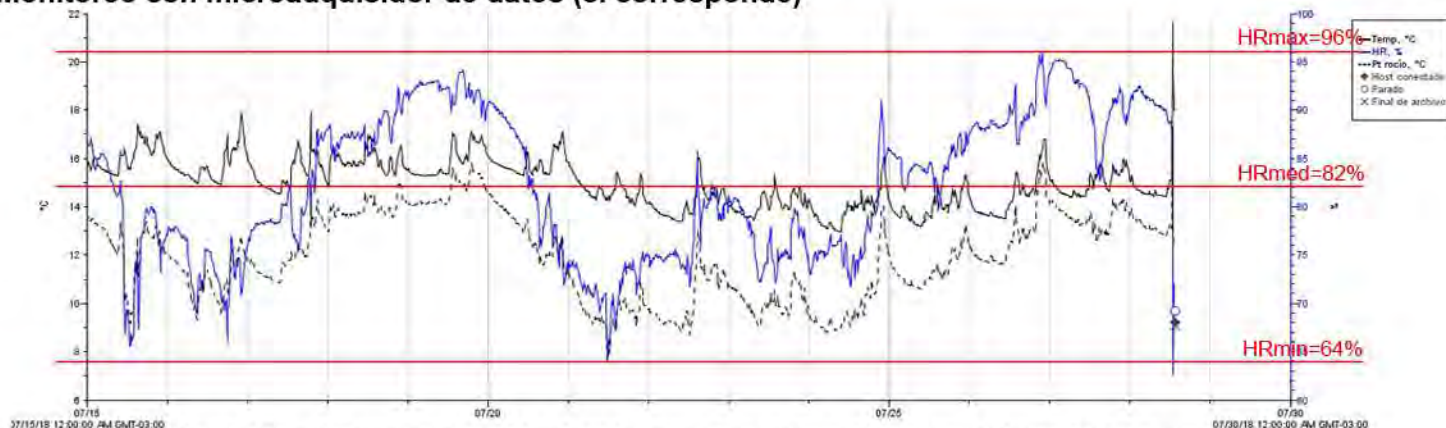
Tint = 16.6°C

HRint = 64%

CO2min = 689 ppm

CO2max = 882 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

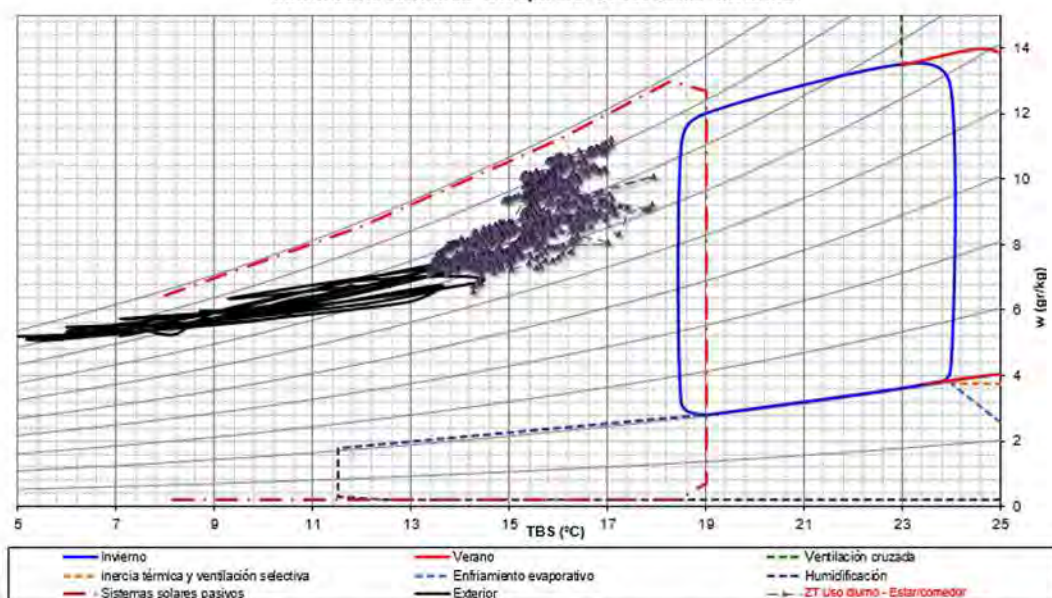


Gr. 1_ Condiciones ambientales interiores: temperatura, HR y punto de rocío del caso de estudio

Fuente: gráficos provistos por el software de HOBO ONSET

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

COVIREUS AL SUR Ansina 1017 apto 302 - ZT uso diurno - INVIERNO



Gr. 2_ Diagrama de Givoni con los datos monitoreados del estudio de caso. Fuente: PSICONF - Autor Dr. Jorge Czajkowski

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante quince días del periodo riguroso de invierno: 14/07 al 29/07

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- Las temperaturas interiores están mucho más contenidas y contemplan un menor salto térmico que las exteriores (mayor amortiguamiento). En el periodo auditado fluctuaron dentro de 14 a 18°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son solo del orden de 1°C,

- La humedad relativa interior fue bastante heterogénea en el período de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación de la vivienda, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire. Además se mantuvo la mayor parte del tiempo bastante elevada (una media de 82%), con picos máximos de 96%.

- Durante el invierno, ningún día de la zona térmica de uso diurno se encontró dentro de la zona de confort. Esto de alguna forma verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que la casa es bastante fría durante el invierno y neutral durante el verano; siendo este motivo el principal por el cual se "hermetizan", no abren las ventanas y usan muchas horas la climatización artificial.

- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día auditado, desprendió como valor máximo 882 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011:95 (según la misma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

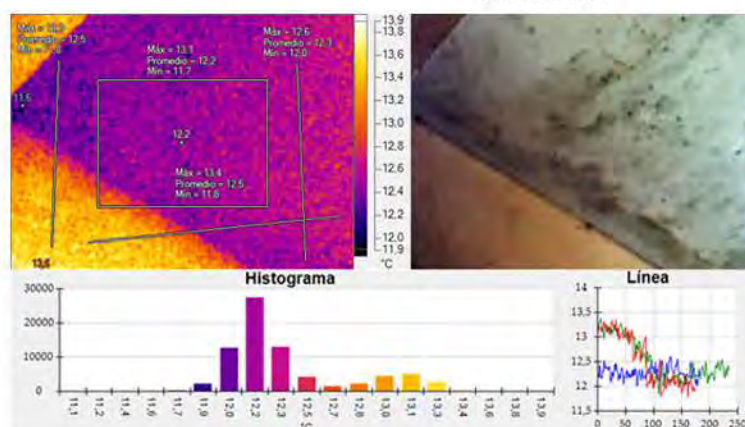
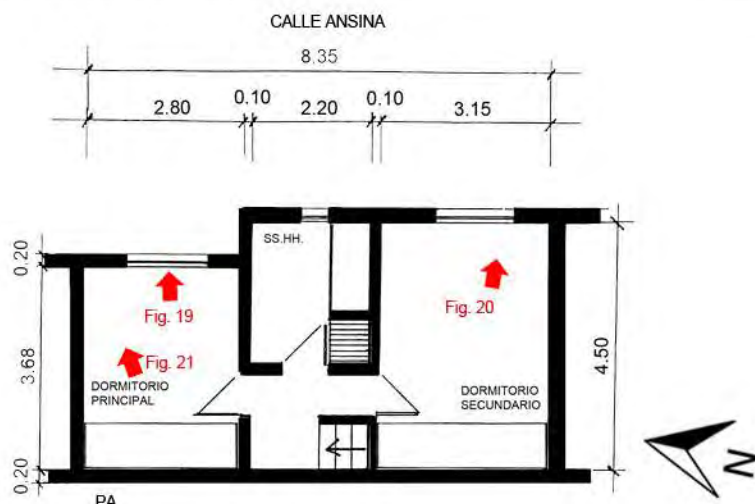


Fig. 16_Termograma e imagen real de cielorraso de lavadero

Fuente: imágenes tomadas por la autora

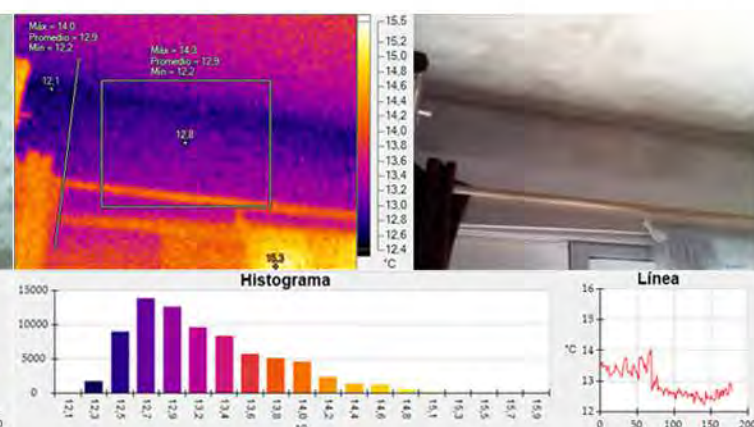


Fig. 17_Termograma e imagen real de dintel en estar-cocina

Fuente: imágenes tomadas por la autora

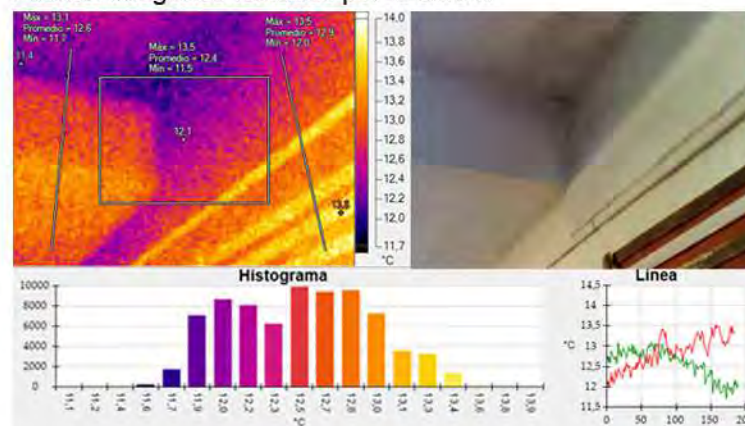


Fig. 18_Termograma e imagen real de cielorraso de estar

Fuente: imágenes tomadas por la autora

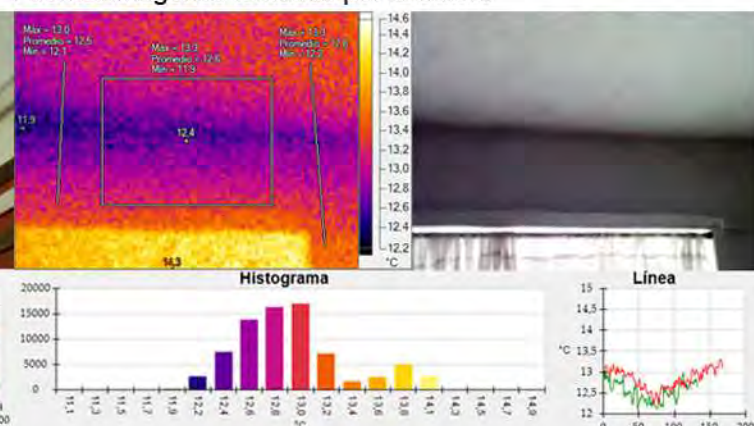


Fig. 19_Termograma e imagen real de dintel en dormit. ppal.

Fuente: imágenes tomadas por la autora

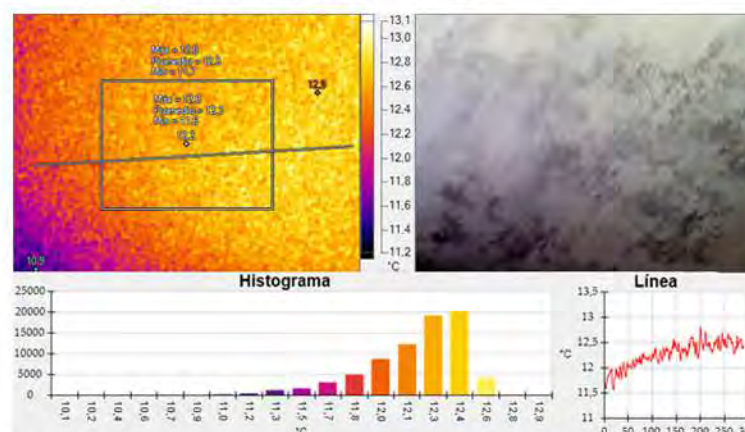


Fig. 20_Termograma e imagen real de cielorraso de dormit. sec.

Fuente: imágenes tomadas por la autora

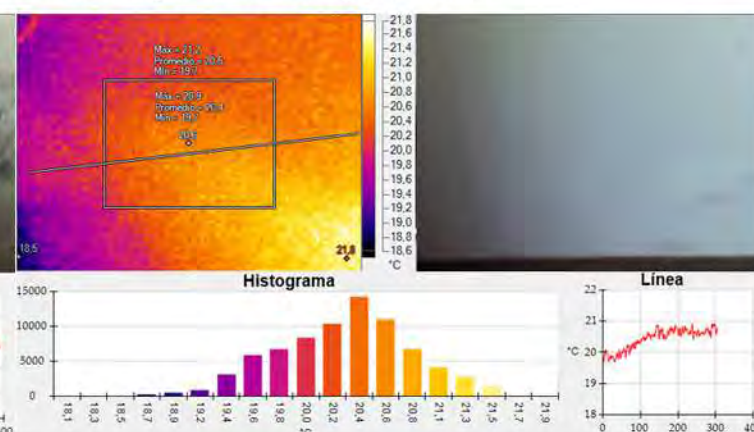


Fig. 21_Termograma e imagen real de cielorraso del dormitorio principal.

Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 18 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cielorraso y la viga interior. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.17, 18 y 19).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 18

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 17, 18, 19), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad)

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que filtraciones puntuales por accidentes en instalaciones. o entrada por azotea. No obstante, se observan filtraciones puntuales a través de la carpintería de las aberturas, con proliferación de mohos asociados a este problema.

PATOLOGIAS EDILICIAS (imágenes macroscópicas)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

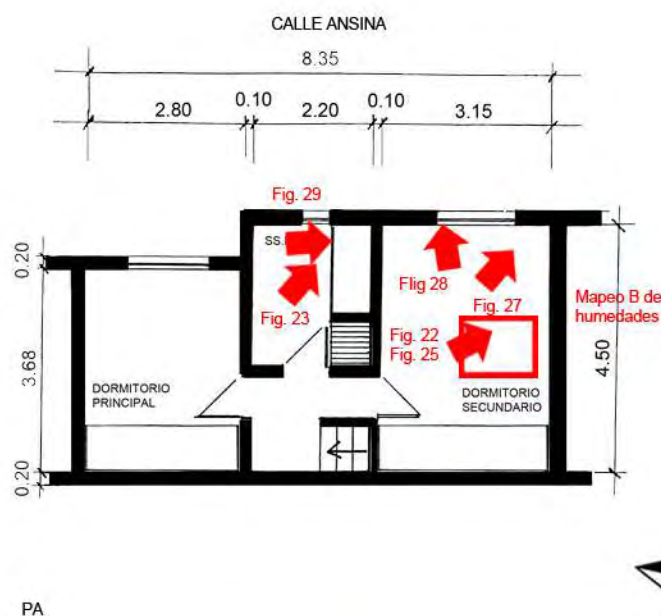
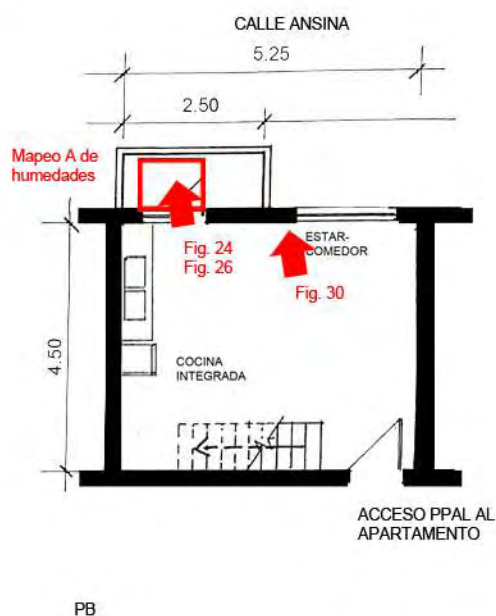


Fig. 22_Det. de cielorraso de dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Detalle de cielorraso del lavadero
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Cielorraso de dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Cielorraso de lavadero
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Cielorraso de dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 28_Detalle de mocheta
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 29_Cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 30_Cielorraso de estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).



Fig. 31_Mapeo A de humedad en sector cielorraso de lavadero
Fuente: Elaboración propia



Fig. 32_Mapeo B de humedad en sector cielorraso del dormitorio secundario
Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

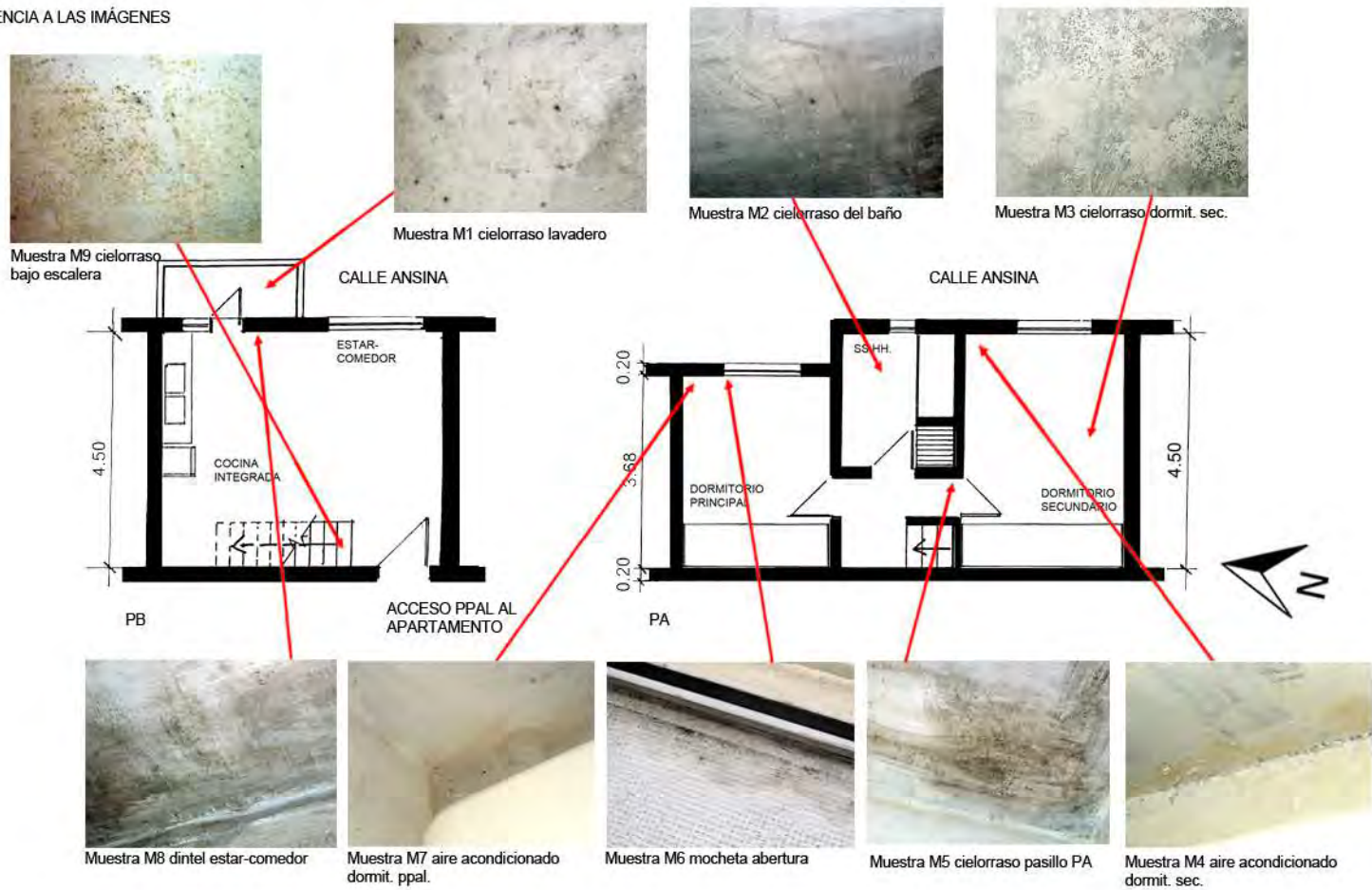


Fig. 33_Detalle de cielorraso dormit. sec. (M3)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 34_Detalle de mocheta de abertura (M6)
Fuente: fotografía tomada por la autora

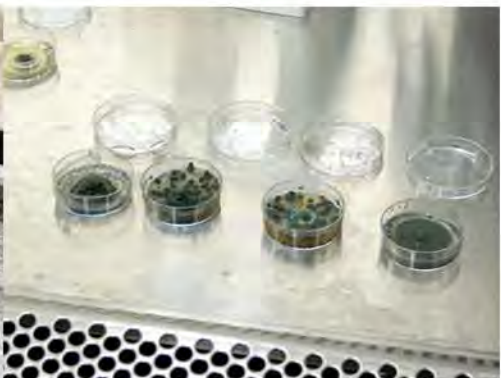


Fig. 35_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora

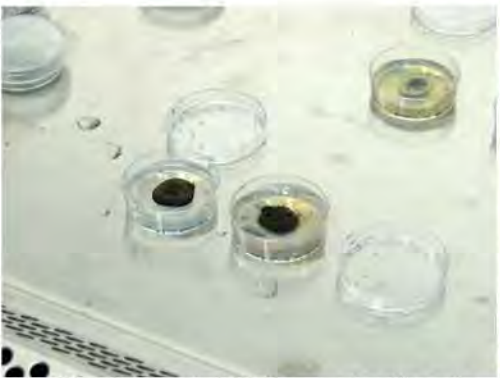


Fig. 36_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora

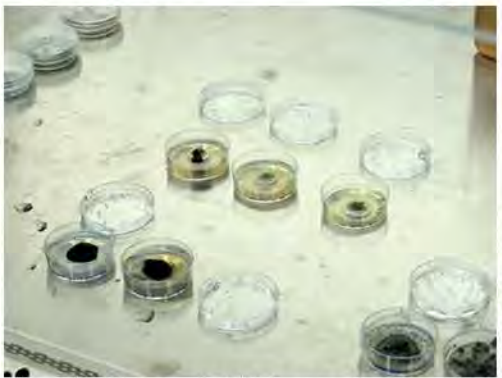


Fig. 37_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora

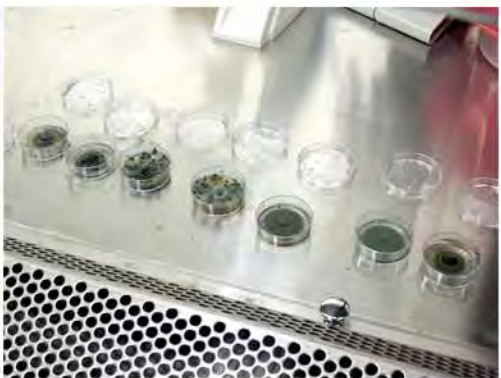


Fig. 38_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: imagen propia



Fig. 39_ *Cladosporium* sp. encontrado en todo el apto. (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M8, M9)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 40_ *Penicillium chrysogenum* encontrado en dormit. ppal. (M3, M6, M7)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 41_ *Alternaria tenuissima* encontrada en dormitorio secundario (M3)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 42_ *Lodderomyces elongisporus* encontrado en el dorm. ppal. (M6)

Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

- Cielorraso lavadero M1 - *Cladosporium* sp.
- Cielorraso baño M2 - *Cladosporium* sp.
- Cielorraso dormitorio sec. M3 - *Alternaria tenuissima*
- *Penicillium chrysogenum*
- *Cladosporium* sp.
- AA dormitorio sec. M4 - *Cladosporium* sp.
- Cielorraso pasillo PA M5 - *Cladosporium* sp.
- Mocheta abertura M6 - *Penicillium chrysogenum*
- *Cladosporium* sp.
- *Lodderomyces elongisporus*
- AA dormitorio ppal. M7 - *Penicillium chrysogenum*
- Dintel estar-comedor M8 - *Cladosporium* sp.
- Cielorraso sobre escalera M9 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

5 habitantes: pareja adulta (de alrededor de 55 años), pareja joven (de alrededor de 30 años) y un niño (3 años)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? NO
- ¿falta de ventilación? Aunque los usuarios dicen que no, se percibe falta de ventilación
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí, pero solo algunos días en los que no hace demasiado frío

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, esto se ve aumentado por el hecho de tratarse de un ambiente único lo que es cocina-comedor-estar, debido a que no se están evacuando correctamente los vapores producidos por cocción, limpieza y procesos termorreguladores propios del ser humano
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretudo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire Acondicionado en dormitorios.

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

Sí, el niño y su madre porque sufren de broncoespasmos

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones. NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador de la vivienda
Fuente: Google Maps 2018



Fig 2_ Vista de la fachada principal de la vivienda
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Juan Ramón Gómez 2530 - Barrio Jacinto Vera / La Blanqueada

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 18 de julio de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento entre medianeras y en planta baja, de 3 dormitorios + 1 baño

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de una hoja de ladrillo de campo c/cámara, s/aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1950

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

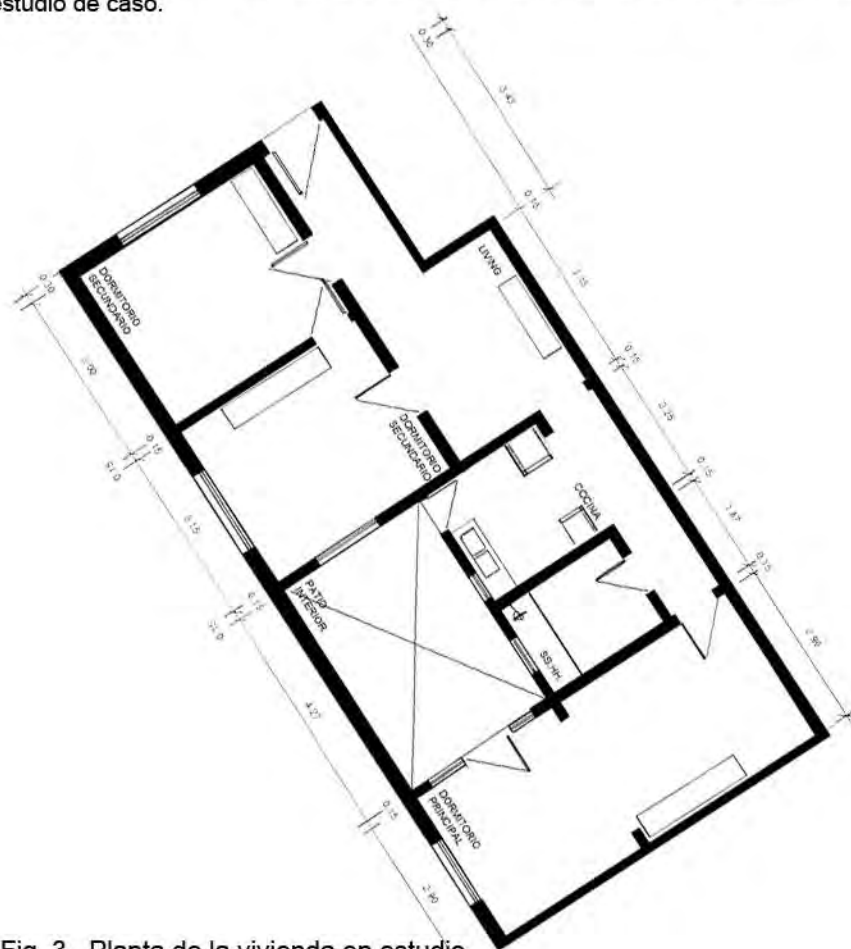


Fig. 3_ Planta de la vivienda en estudio
Fuente: gráfico realizado por la autora en base al relevamiento en sitio



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador de la vivienda en estudio
Fuente: Google Maps 2018

LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas "delicados", en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda.



Fig. 5_Living (c/estufa a supergas)
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Living (vista hacia dormi. sec.)
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Cocina
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Ingreso a la cocina
Fuente: imagen tomada por la autora

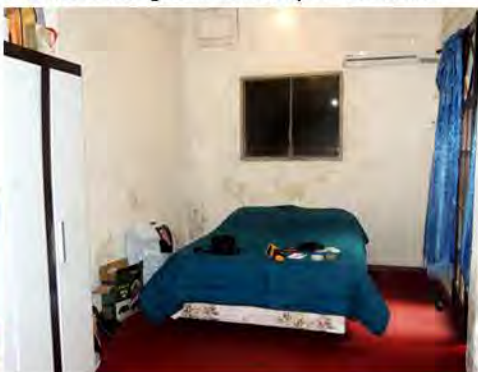


Fig. 9_Dormitorio principal
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Pared del dormitorio principal
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 11_Aire acond. en dormit. principal
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 12_Baño
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 13_Baño
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTA DE LA VIVIENDA (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

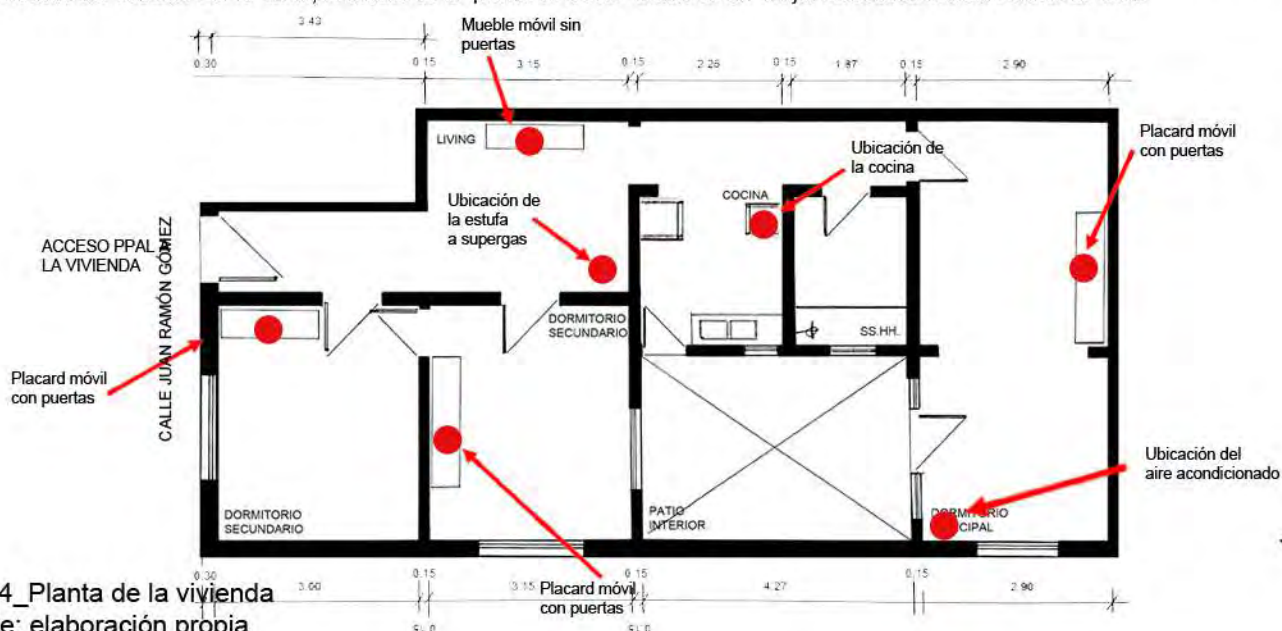
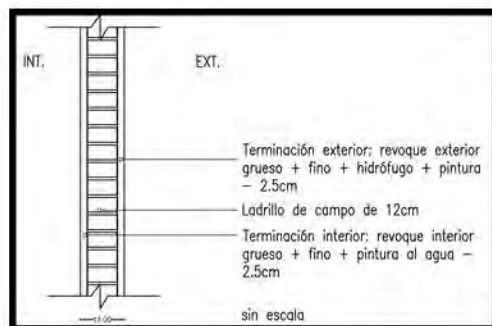


Fig. 14_Planta de la vivienda
Fuente: elaboración propia



M3

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de una hoja de ladrillo cerámico s/aislamiento térmico; term. int. y ext. revoque pintado

Masa = 253.5 Kg/m²

Espesor = 0.170 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 2.52 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 253.5 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 4.93 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.262$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NO

Intersticial **SI** NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = 40.11°C / Plano Este = N/A

Plano Oeste = 54.99°C / Plano Sur = 35.66°C

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno	tsnvert = 16.11°C	verano	tsXnorte = 26.81°C
	tsnhoriz. = N/A		tsXeste = N/A
			tsXoeste = 28.63°C
			tsXsur = 26.61°C
			tsXhoriz. = N/A

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno	Qcondvertical = 48.51W/m ²	verano	Qcondnorte = 88.35W/m ²
	Qcondhoriz. = N/A		Qcondeste = N/A
			Qcondoeste = 92.93W/m ²
			Qcondsur = 87.85W/m ²
			Qcondhoriz. = N/A

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

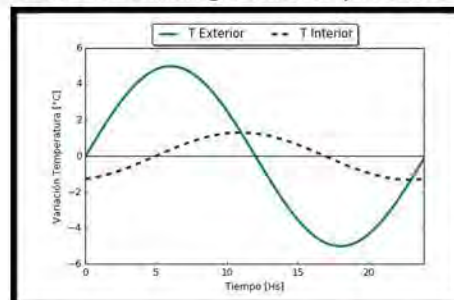
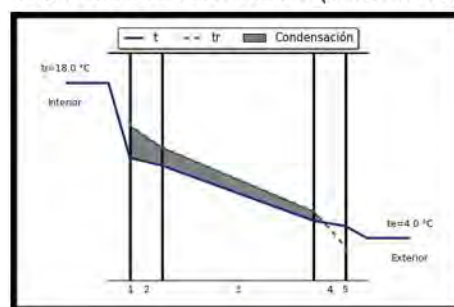


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 2916,36
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO	
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO	
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI NO

Posible riesgo de condensación superficial e intersticial en todo el cerramiento. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los paramentos, con el consecuente desmedro de los materiales.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso nocturno)

Text = 10.0°C

HRExt = 93.6%

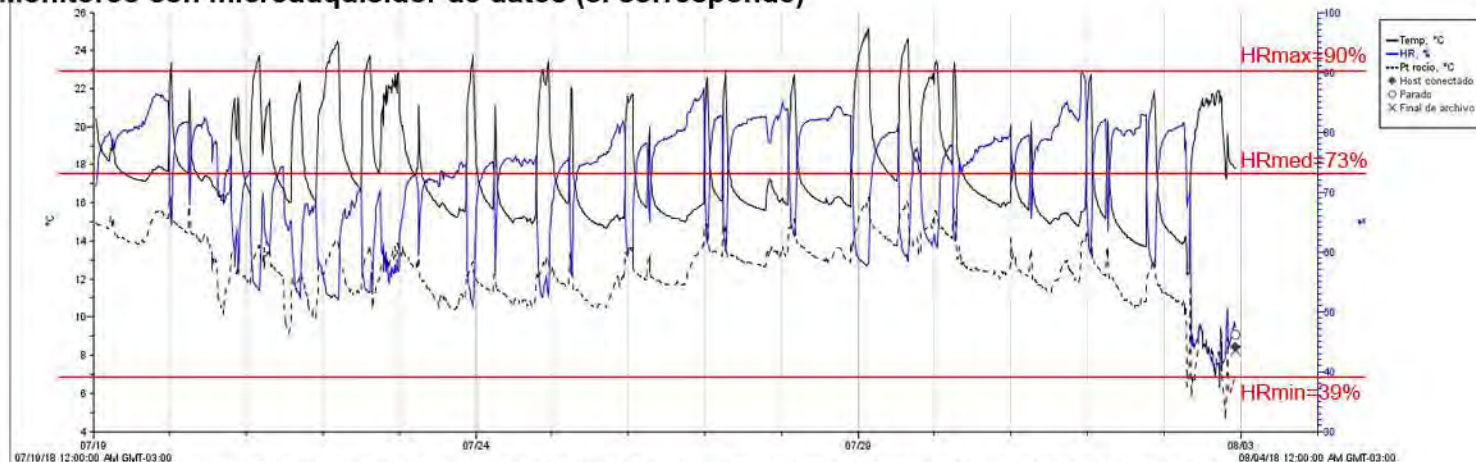
Tint = 19.6°C

HRint = 76%

CO2min = 2020 ppm

CO2max = 2090 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

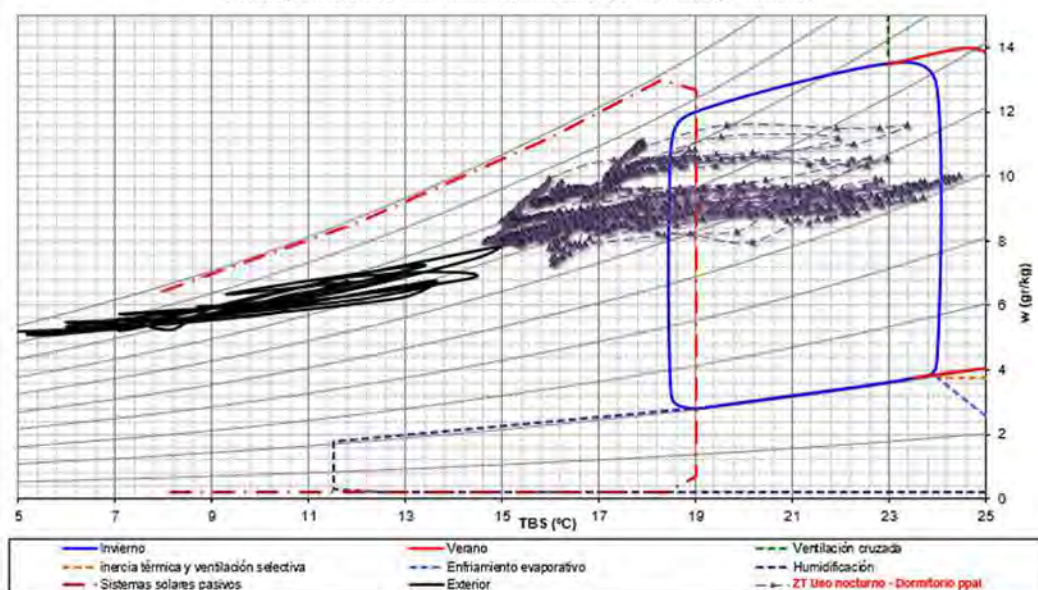


Gr. 1_ Condiciones ambientales interiores: temperatura, HR y punto de rocío del caso de estudio

Fuente: gráficos provistos por el software de HOBO ONSET

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

VIVIENDA UNIFAMILIAR Juan Ramón Gómez 2530 - ZT uso nocturno - INVIERNO



Gr. 2_ Diagrama de Givoni con los datos monitoreados del estudio de caso. Fuente: PSICONF - Autor Dr. Jorge Czajkowski

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante quince días del periodo riguroso de invierno: 18/07 al 02/08

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- Las temperaturas interiores "copian" las oscilaciones exteriores y contemplan un salto térmico similar que las exteriores (no hay amortiguamiento). En el periodo auditado fluctuaron dentro de los 15 a 25°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son también del orden de 10°C, de modo que el salto térmico diario es importante.

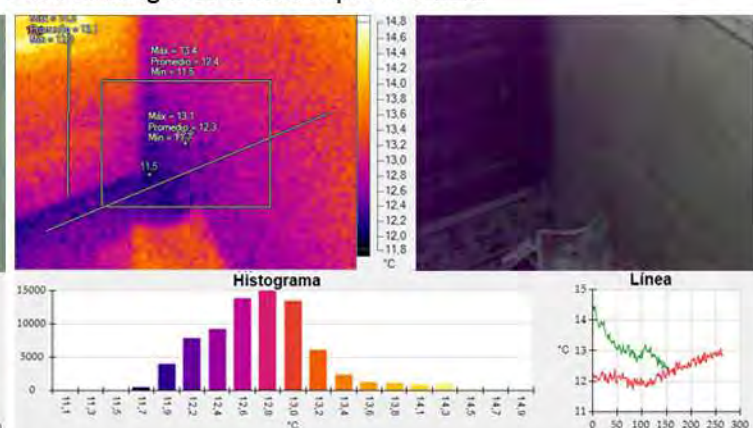
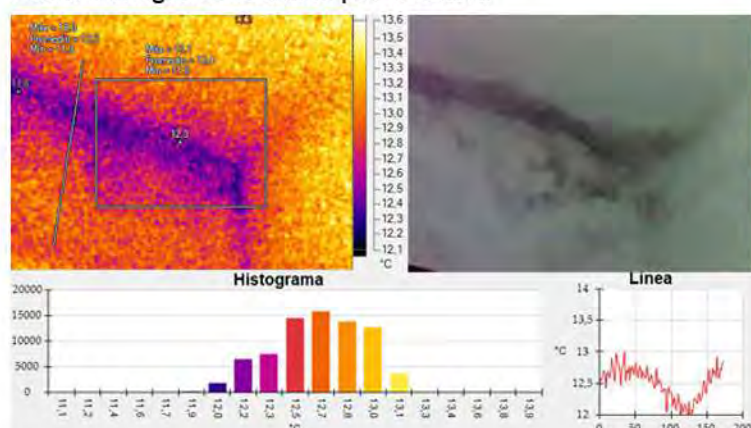
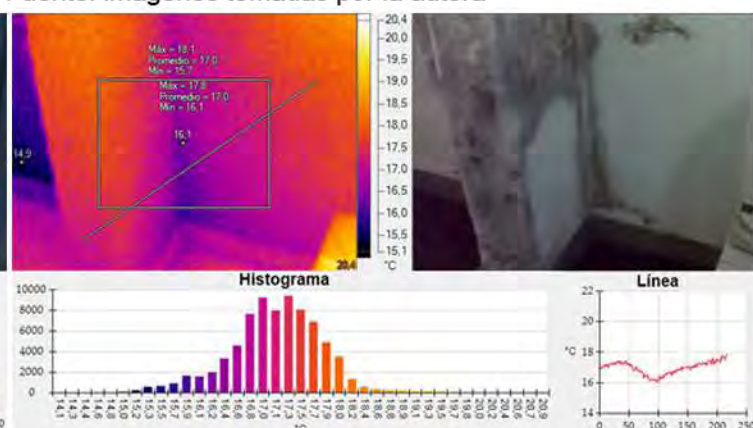
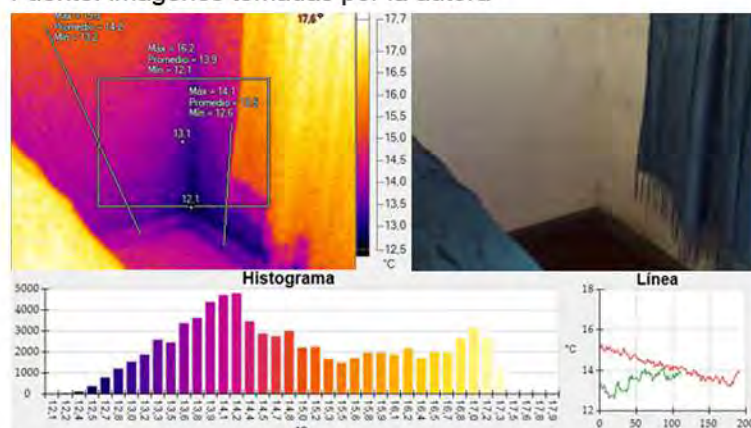
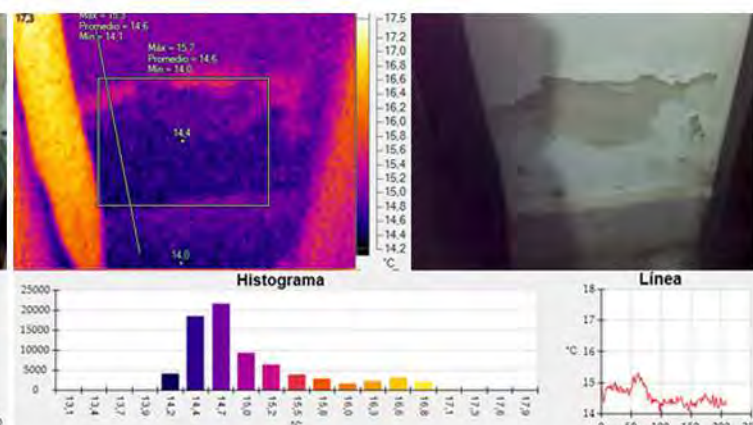
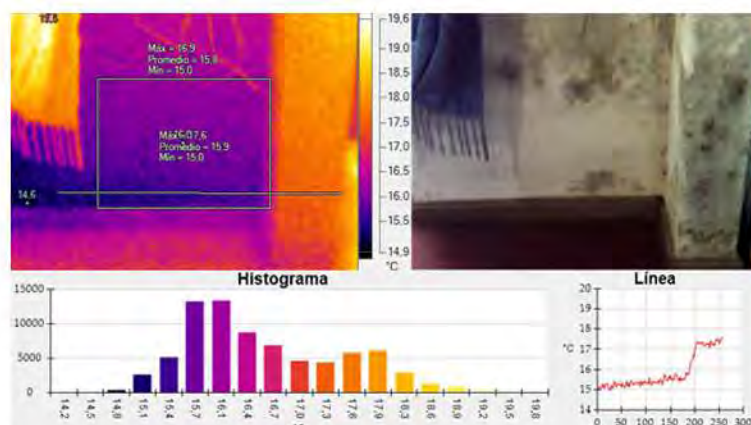
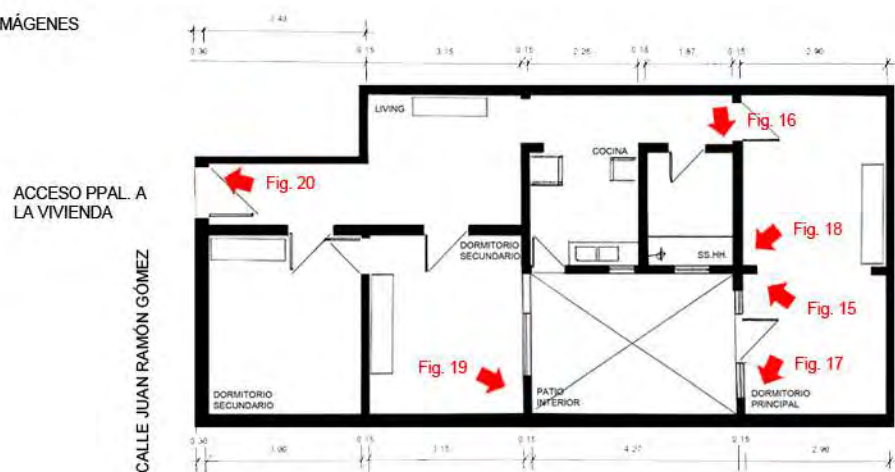
- La humedad relativa interior fue bastante heterogénea en el período de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación de la vivienda, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire.

- Durante el invierno, la mitad de los días de la zona térmica de uso nocturno se encontraron dentro de la zona de confort. Esto de alguna forma verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que la casa es muy fría y húmeda durante el invierno y neutral durante el verano.

- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, desprendió como valor máximo 2090 ppm, valor que se encuentra excediendo en más de 100% los valores admisibles para una exposición continua según norma UNE 1006 011-91 (según ella, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES



OBSERVACIONES DE LOS TERMOGRAMAS

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 17 se puede observar una diferencia de temperaturas de más de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento.

Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y agua contenida), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociados a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

A pesar de no existir aislamiento térmico en los cerramientos, la temperatura superficial está bastante contenida por la característica principal del material constitutivo de las paredes: son muros mácicos, de ladrillo macizo, que contemplan una elevada inercia y amortiguamiento térmico (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C). No obstante, un mal hábito por parte del usuario en cuanto al control de la producción y evacuación de vapores interiores, así como la elevada HR en el aire también producto de la cantidad de agua contenida en los cerramientos, se traducen en condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro (Figs. 15, 17, 18 y 19).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 15, 17, 18), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad). Además, el agua contenida en los sustratos por causa de la ascensión capilar de las napas freáticas, aumenta la conductividad de los materiales, haciendo que la situación de pérdida energética se agrave. En zonas puntuales de ingreso de agua debidas a una filtración accidental de instalación de abastecimiento de agua potable, así como filtraciones puntuales a través de la carpintería de las aberturas (muy poco estancas, antiguas, sin escuadra y con sellamientos envejecidos), se evidencia humedad contenida en el sustrato, lo que indica que el agua que ingresa no alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en microfisuración, desprendimiento del revoque, ampollado de la pintura y goteo de agua líquida (Figs. 24 y 25).

Se evidencia proliferación de mohos a nivel de zócalo en algunos cerramientos verticales, asociados a ascensión capilar (manchas de gran tamaño, de color oscuro y dispuestas en un patrón típico para este tipo de humedades, con desprendimiento en consistencia polvorienta, ampollamiento de la pintura de la pared y aparición de eflorescencias salinas, todo ello hasta aprox. 1m sobre nivel de piso terminado). Asimismo, existe humedad contenida en el sustrato, el agua proveniente de las napas freáticas está ascendiendo constantemente y no permite que el cerramiento llegue a secarse (Figs. 15, 16 y 18).

PATOLOGIAS EDILICIAS (imágenes macroscópicas)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

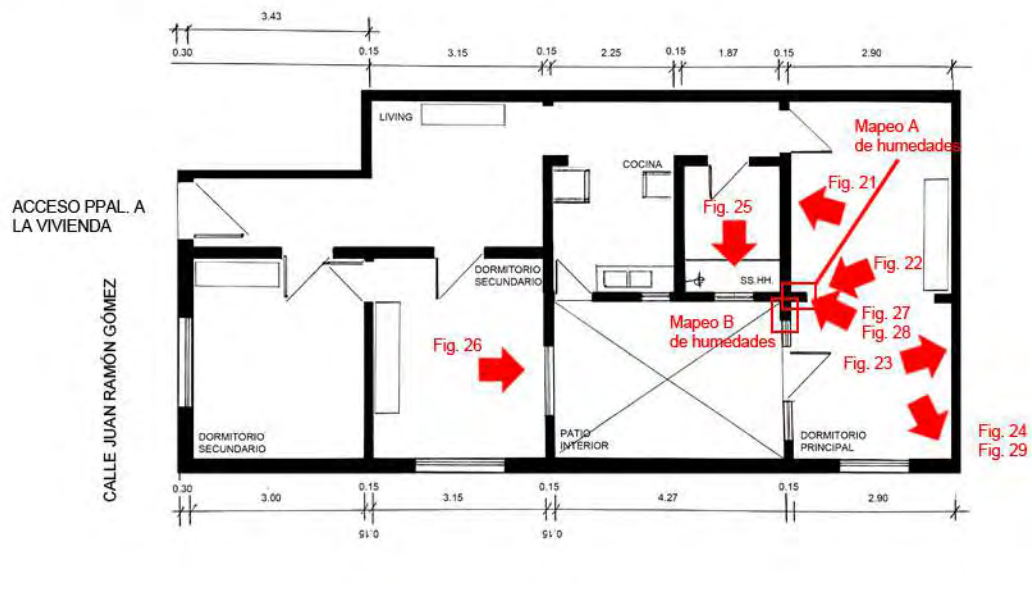


Fig. 21_Paño central de pared interior
Fuente: fotografía tomada por la autora

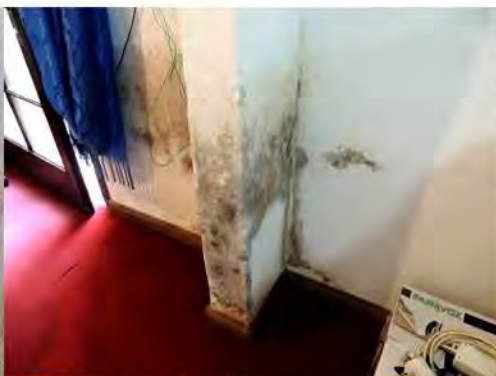


Fig. 22_Pared hacia patio en dormi. ppal
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Paño central de pared medianera
Fuente: fotografía tomada por la autora

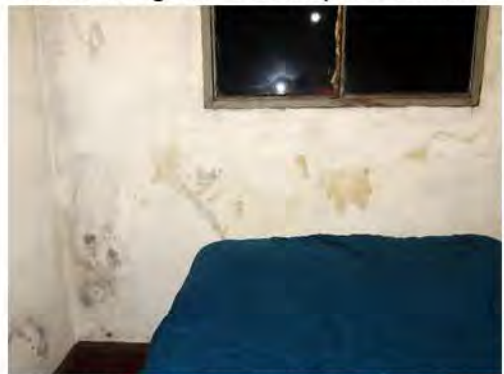


Fig. 24_Pared exterior del dormi. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Cielorraso y pared ext. del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Cielorraso de dormi. secundario
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Setas creciendo en zócalo de dormitorio principal
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 28_Setas creciendo en diedro inferior
en dormitorio principal
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 29_Diedro inferior de dormitorio principal 1999
Fuente: fotografía tomada por la autora



CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería); mientras que en la zona de la ascensión capilar, donde había agua contenida, los niveles ascendieron hasta un 99.9%.

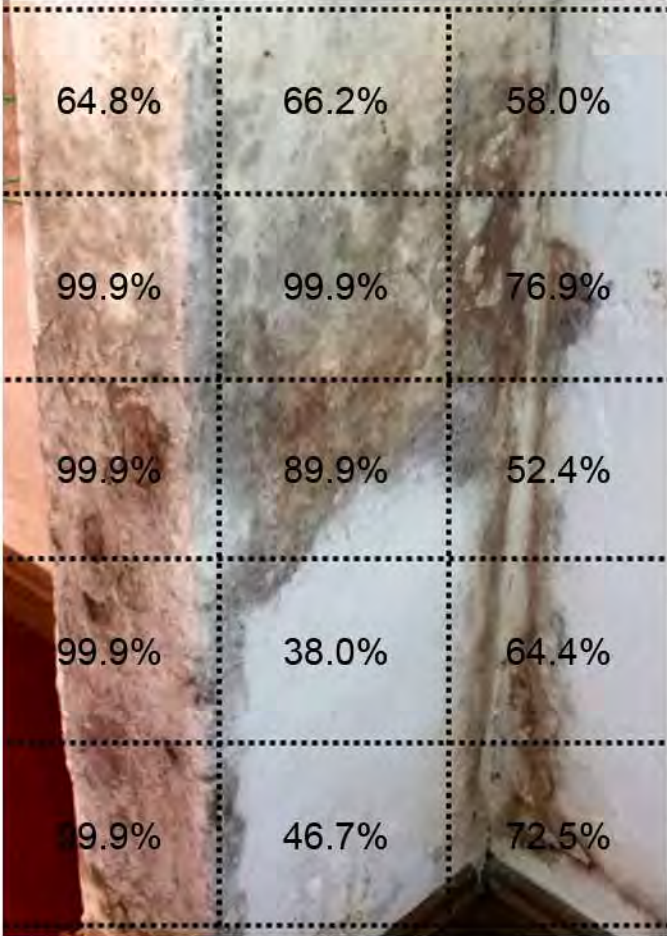


Fig. 30_Mapeo A de humedad en sector pared del dormitorio principal
Fuente: Elaboración propia

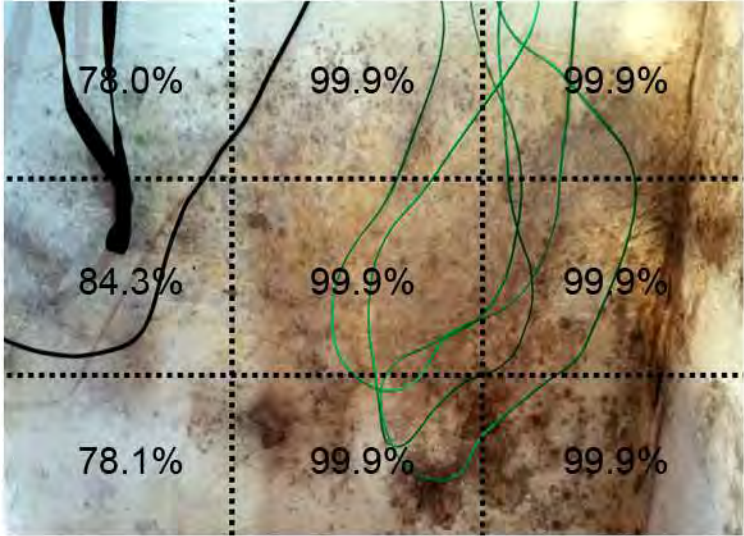


Fig. 31_Mapeo B de humedad en sector pared del dormitorio principal
Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

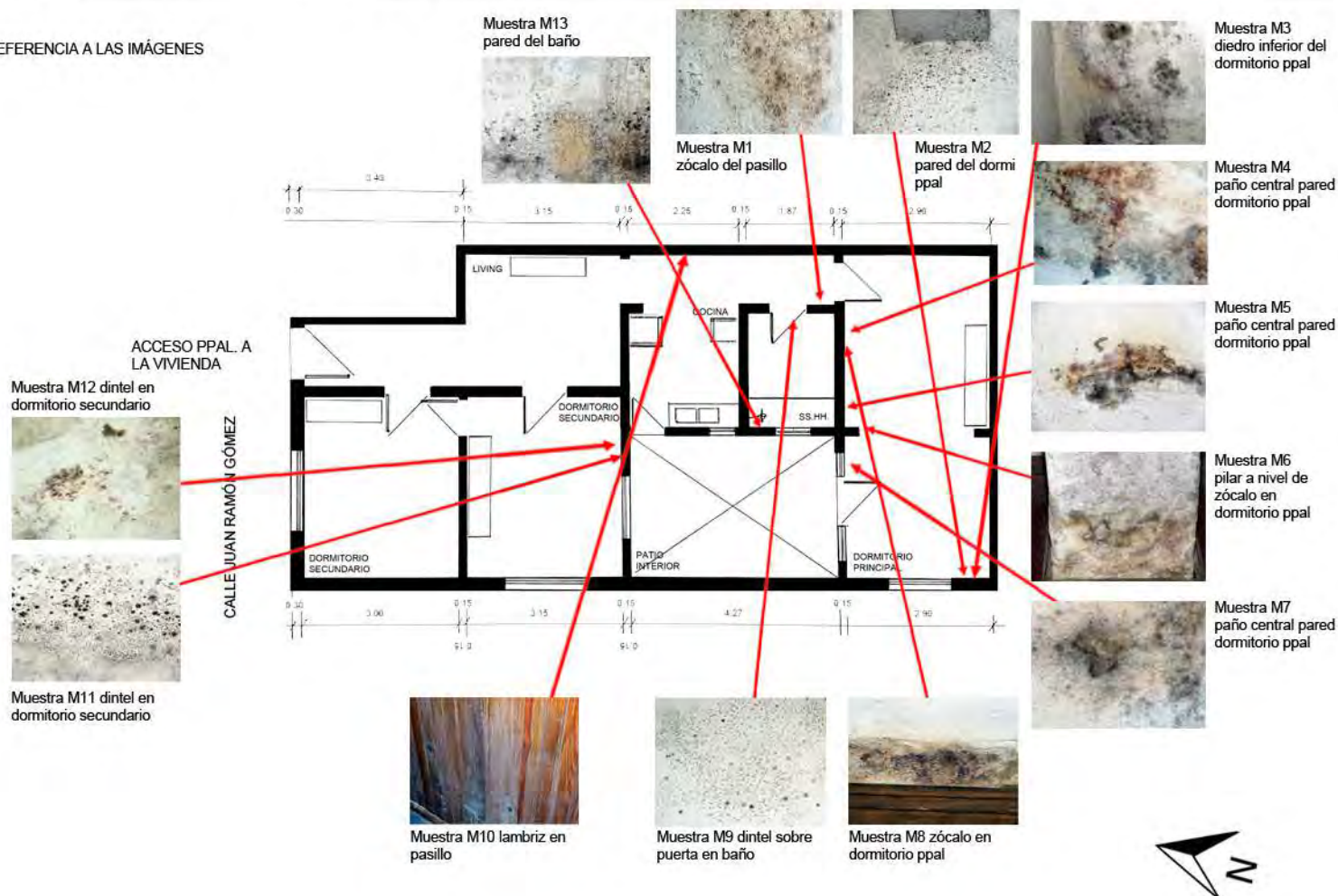


Fig. 32_Toma de muestra con hisopo
estéril en pared interior de dormitorio ppal.
Fuente: imagen propia



Fig. 33_Guardado de hisopo con muestra
en tubo plástico
Fuente: imagen propia



Fig. 34_Toma de muestra con cinta en
pared interior de dormitorio ppal.
Fuente: imagen propia



Fig. 35_Detalle de mohos en zócalo de
dormitorio ppal (M8)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 36_Detalle de mohos en pared del
baño (M13)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37_Detalle de mohos en dintel de
dormitorio secundario (M12)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 38_Placas e hisopos con las muestras listas para enviar al laboratorio
Fuente: fotografía tomada por la autora

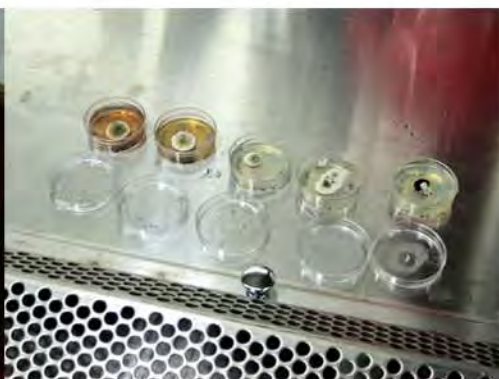


Fig. 39_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 40_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 41_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora

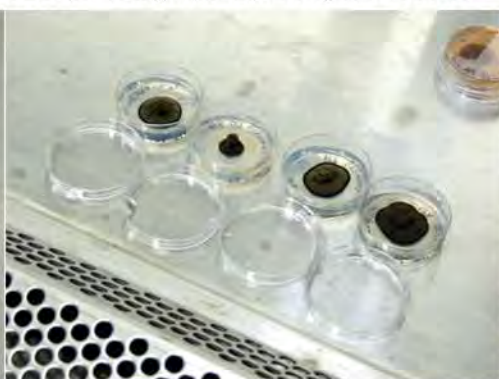


Fig. 42_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 43_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 44_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 45_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 46_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 47_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la vivienda
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 48_*Cladosporium* sp. encontrado en baño, dormitorio ppal y lambriz (M11, M2, M3, M13, M10)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 49_*Alternaria tenuissima* encontrado en dormitorios ppal. y secundario (M4, M7, M11, M12)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 50_ *Mucor circinelloides* encontrado en pasillo y lambriz (M1 Y M10)
Fuente: Fotografía tomada por la autora



Fig. 51_ *Aspergillus niger* encontrado en dormitorio ppal (M6 y M8)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 52_ *Acrostalagmus luteo-albus* encontrado en dormit. ppal (M4, M5, M7)
Fuente: fotografía tomada por la autora

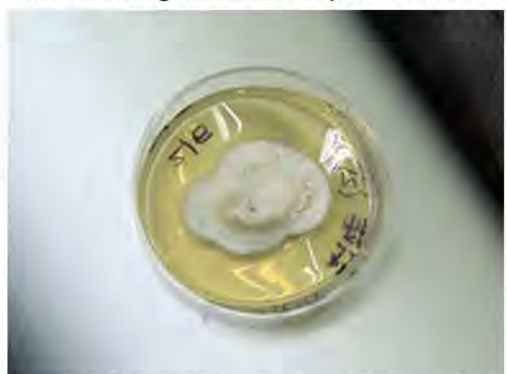


Fig. 53_ *Mortierella alpina* encontrada en el dormitorio ppal (M6 y M8)
Fuente: Fotografía tomada por la autora



Fig. 54_ *Penicillium* sp. (especie s/ident.) encontrado en el zócalo del pasillo (M1) y zócalo del dormit. ppal. (M8)
Fuente: Fotografía tomada por la autora



Fig. 55_ *Penicillium chrysogenum* encontrado en dormitorio ppal y lambriz (M2, M6, M10)
Fuente: Fotografía tomada por la autora



Fig. 56_ *Aspergillus versicolor* encontrado en dormitorio sec. (M12)
Fuente: Fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Zócalo del pasillo M1 - *Penicillium* sp. (especie sin identificar)
- *Mucor circinelloides*

Pared del dormitorio ppal. M2 - *Penicillium chrysogenum*
- *Cladosporium* sp.

Diedro inferior del dormitorio ppal. M3 - *Cladosporium* sp.

Paño central pared dormitorio ppal. M4 - *Alternaria tenuissima*

Paño central pared dormitorio ppal. M5 - *Acrostalagmus luteo-albus*
- *Cladosporium* sp.

Pilar a nivel de zócalo en dormitorio ppal. M6 - *Mortierella alpina*
- *Aspergillus niger*
- *Penicillium chrysogenum*

Paño central pared dormitorio ppal. M7 - *Acrostalagmus luteo-albus*
- *Alternaria tenuissima*

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

(cont.)

Zócalo en dormitorio ppal. M8 - *Mortierella alpina*

- *Aspergillus niger*

- *Penicillium* sp. (especie sin identificar)

Dintel sobre puerta en baño M9 - *Cladosporium* sp.

Lambriz en pasillo M10 - *Mucor circinelloides*

- *Penicillium chrysogenum*

- *Cladosporium* sp.

Dintel en dormitorio sec. M11 - *Alternaria tenuissima*

- *Penicillium chrysogenum*

Dintel en dormitorio sec. M12 - *Aspergillus versicolor*

- *Alternaria tenuissima*

- *Penicillium chrysogenum*

Pared del baño M13 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes: tres jóvenes de edades entre 26 y 32 años, todos de sexo masculino

¿Cuánto tiempo pasan en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D la casa queda vacía porque todos son del interior del país y viajan a ver a sus familias

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? SI
- ¿falta de ventilación? NO, todo lo contrario, suelen pasar mucho frío
- ¿se ventila la casa en invierno? SI

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, aunque ventilan y utilizan el aire acondicionado en función dehumidificación, tienen la sensación de ambientes muy húmedos
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretodo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire Acondicionado en dormitorio principal.

Estufa a supergas en el resto de los ambientes

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

Sí, uno de los usuarios tiene problemas de bronquios

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa SI

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones. NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del edificio
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista de la fachada principal del edificio en estudio
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Malinas 3843 entre Rafael y Libia - Barrio Jardines del Hipódromo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 23 de julio de 2018

DESCRIPCIÓN: edificio destinado a centro de salud (consultorios médicos) desarrollado en planta baja

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, s/aislamiento térmico y terminación membrana aluminizada

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1990

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

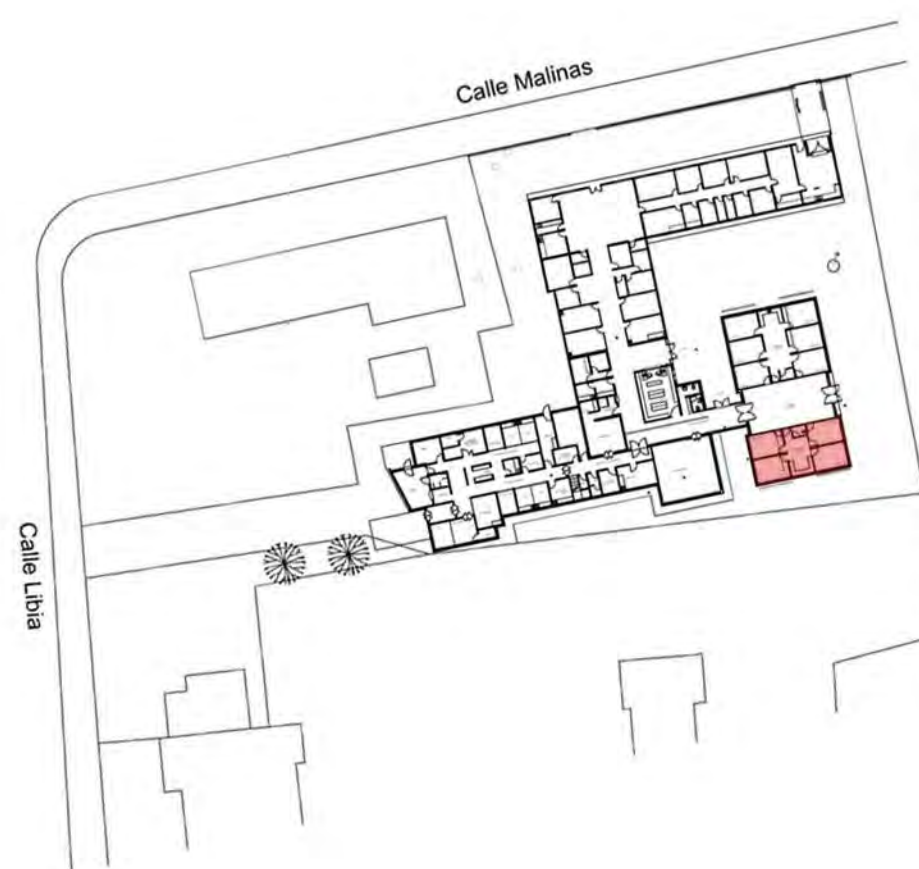


Fig. 3_ Planta general de referencia, con la ubicación del sector en estudio
Fuente: gráfico suministrado por ASSE



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del edificio en estudio
Fuente: Google Maps 2018

LOS CONSULTORIOS: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la policlínica queda supeditada a la aprobación de la Dirección Técnica del Centro de Salud. Por razones de privacidad (para preservar la identidad de los pacientes), y por encontrarse los consultorios con pacientes en el momento de la toma de muestras, solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, o en el mejor caso, imágenes parciales de los locales.

No obstante, y dado que es un edificio de carácter público, se pudo obtener imágenes generales de los locales en la web oficial de ASSE Salud Pública.



Fig. 5_Imagen parcial del consultorio
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Sector cocina
Fuente: imagen tomada por la autora

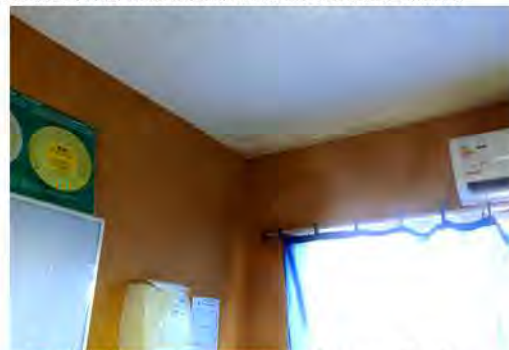


Fig. 7_Imagen parcial del consultorio
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen parcial del consultorio
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Det. del aire acond. en consultorio
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Acceso a los consult. evaluados
Fuente: web ASSE (ver bibliografía)



Fig. 11_Pasillo hacia sector ginecología
Fuente: web ASSE (ver bibliografía)



Fig. 12_Sala de espera sector ginecología
Fuente: web ASSE (ver bibliografía)



Fig. 13_Consultorio ginecología
Fuente: web ASSE (ver bibliografía)

PLANTAS DE LOS CONSULTORIOS EN ESTUDIO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

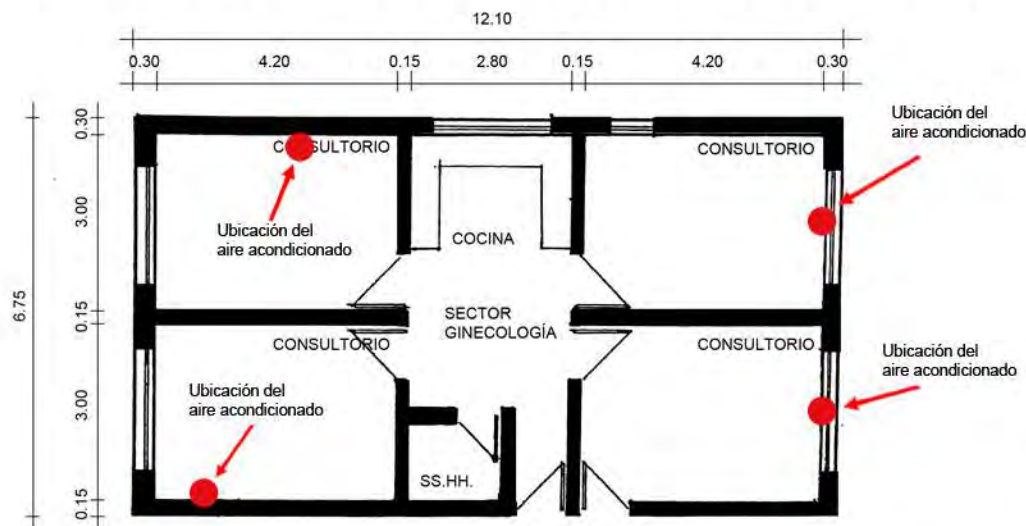
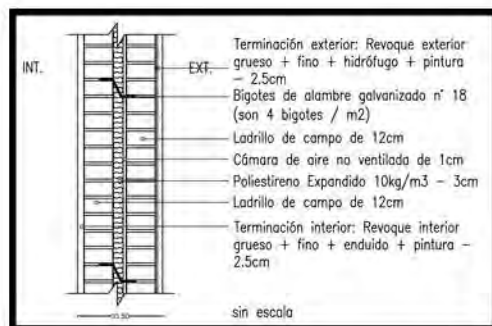


Fig. 14_Planta del sector ginecología
Fuente: elaboración propia





M4

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y c/aislamiento térmico; term. int. y ext. revoque pintado

Masa = 410.4 Kg/m2

Espesor = 0.335 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m2K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.66 \text{ W/m2K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m2K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m2K]

$CT = 410.8 \text{ KJ/m2K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 11.69 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.03$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NO

Intersticial **SI** NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m2K]

$U_c = 0.73 \text{ W/m2K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 42.62°C

Plano Oeste = 49.26°C / Plano Sur = 34.16°C

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{sol\text{-}aire}$)

invierno
 $t_{s\text{int}\text{ver}} = 19.88^\circ\text{C}$
 $t_{s\text{int}\text{horiz.}} = \text{N/A}$

verano
 $t_{s\text{Xnorte}} = \text{N/A}$
 $t_{s\text{Xeste}} = 25.24^\circ\text{C}$
 $t_{s\text{Xoeste}} = 25.27^\circ\text{C}$
 $t_{s\text{Xsur}} = 24.95^\circ\text{C}$
 $t_{s\text{Xhoriz.}} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m2] cons. $T_{sol\text{-}aire}$

invierno
 $Q_{cond\text{vertical}} = 12.71 \text{ W/m2}$
 $Q_{cond\text{horiz.}} = \text{N/A}$

verano
 $Q_{cond\text{norte}} = \text{N/A}$
 $Q_{cond\text{este}} = 22.10 \text{ W/m2}$
 $Q_{cond\text{oeste}} = 22.12 \text{ W/m2}$
 $Q_{cond\text{sur}} = 21.91 \text{ W/m2}$
 $Q_{cond\text{horiz.}} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

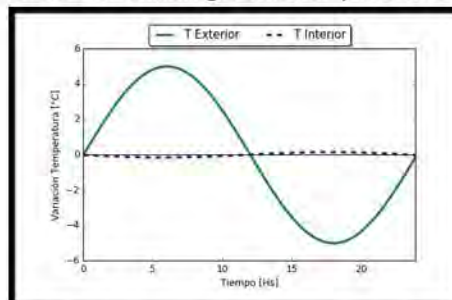
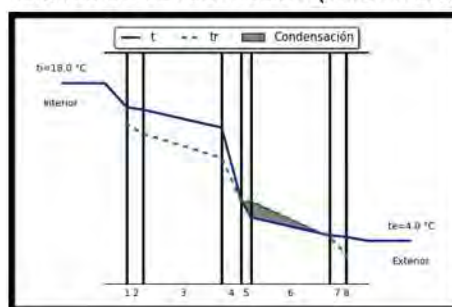


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m2 construido = \$ 4816,68
 (pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
 No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09 **SI** NO
 Cumple con Norma UNIT 1150 **SI** NO
 Cumple con Norma IRAM 11605 (inv) **SI** NO (ver) **SI** NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales. Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UR 408, aún continúa cumpliendo con el máximo admisible.

C2

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL**CERRAMIENTO (TIPO):** homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior**CERRAMIENTO (POSICIÓN):** horizontal**DESCRIPCIÓN:** losa de hormigón armado c/ relleno de pendiente mínima y terminación membrana c/aluminio gofradoMasa = 400.96 Kg/m²

Espesor = 0.184 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICOTransmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007) $U = 3.79 \text{ W/m}^2\text{K}$ Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K] $U_m = \text{N/A}$ Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K] $CT = 400.94 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

 $\phi = 6.25 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

 $\mu = 0.168$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NOIntersticial **SI** NOCorrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K] $U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 47.44°C

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno
tsnvert. = N/A
tsnhoriz. = 10.89 °Cverano
tsxnorte = N/A
tsxeste = N/A
tsxoeste = N/A
tsxsur = N/A
tsxhoriz. = 29.98°CDensidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aireinvierno
Qcondvertical = N/A
Qcondhoriz. = 72.96 W/m²verano
Qcondnorte = N/A
Qcondeste = N/A
Qcondoeste = N/A
Qcondsur = N/A
Qcondhoriz. = 211.07 W/m²**PERFIL ECONÓMICO**Costo*/m² construido = \$ 1935,33
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en todas las capas del cerramiento, así como en la superficie interior del mismo (cielorraso). Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho en la cara visible interior de la cubierta (cielorraso), así como humedecimiento de las capas interiores con el consecuente desmedro de alguna de ellas, como el caso de la membrana, a causa del contenido de agua en su interior.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Valores instantáneos (valores tomados en consultorio sector ginecología)

Text = 8.0°C

HRExt = 65.8%

Tint = 16.7°C

HRint = 66%

CO2min = 1680 ppm

CO2max = 1830 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

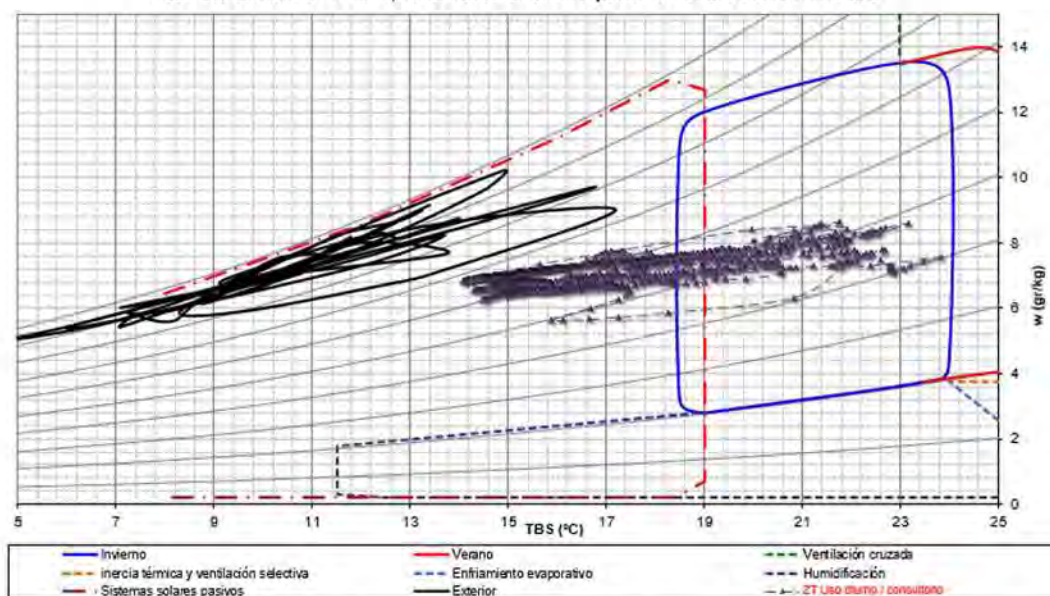
Condiciones ambientales interiores - consultorio sector ginecología



Gr. 1_ Condiciones ambientales interiores: temperatura, HR y punto de rocío del caso de estudio
Fuente: gráfico elaboración propia

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

ASSE Red de Atención Primaria, Policlínica Jardines del Hipódromo - ZT uso diurno - INVIERNO



Gr. 2_ Diagrama de Givoni con los datos monitoreados del estudio de caso. Fuente: PSICONF - Autor Dr. Jorge Czajkowski

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante quince días del periodo riguroso de invierno: 23/07 al 06/08

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- Las temperaturas interiores "copian" las oscilaciones exteriores y contemplan un salto térmico similar que las exteriores (no hay amortiguamiento). En el periodo auditado fluctuaron dentro de los 15 a 23°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son también del orden de 6 a 8°C, de modo que el salto térmico diario es importante.

- La humedad relativa interior fue bastante heterogénea en el periodo de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación del consultorio, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire.

- Durante el invierno, la mitad de los días de la zona térmica de uso diurno se encontraron dentro de la zona de confort. Esto de alguna forma verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que los consultorios son muy fríos y húmedos durante el invierno y bastante calurosos también durante el verano.

- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, desprendió como valor máximo 1830 ppm, valor que se encuentra excediendo los valores admisibles en más de un 80% para una exposición continua por la norma UNE 1001-011-91 (según ella, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

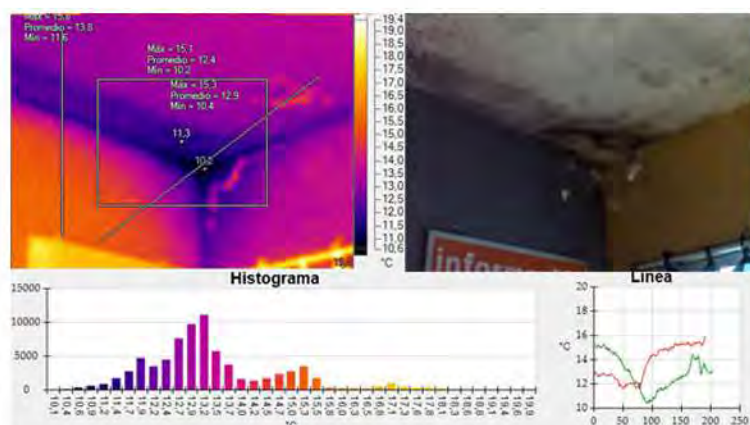
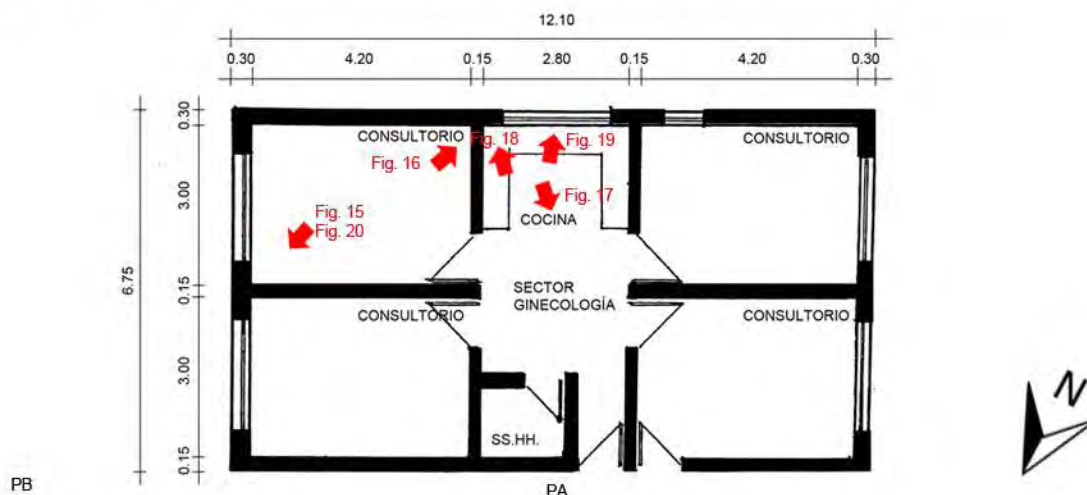


Fig. 15_Termograma e imagen real de triedro superior en consultorio evaluado

Fuente: imágenes tomadas por la autora

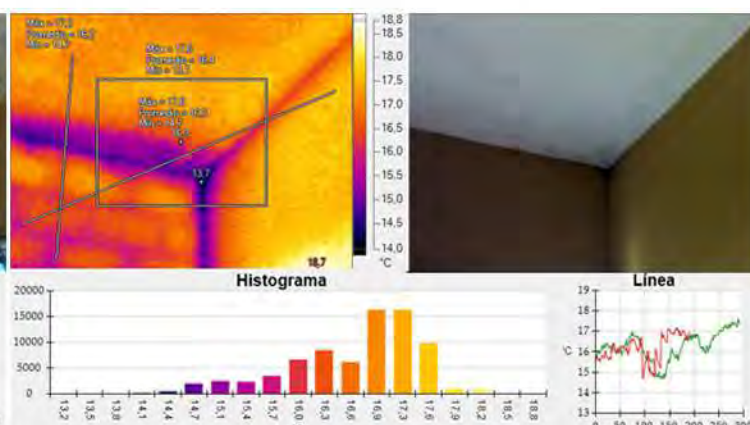


Fig. 16_Termograma e imagen real de triedro superior en consultorio evaluado

Fuente: imágenes tomadas por la autora

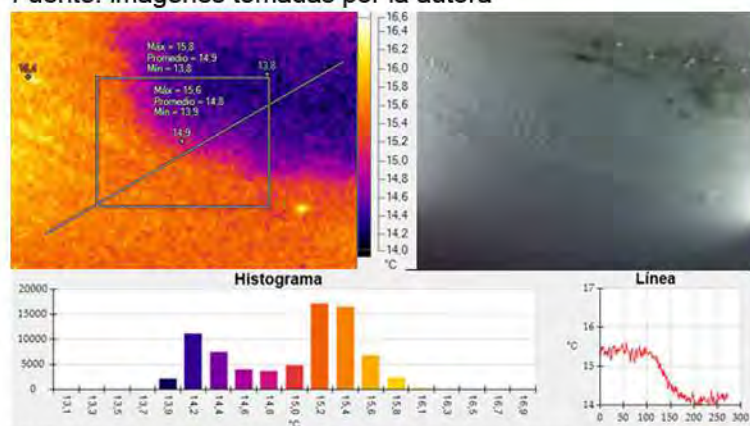


Fig. 17_Termograma e imagen real de paño central del cielorraso de la cocina

Fuente: imágenes tomadas por la autora

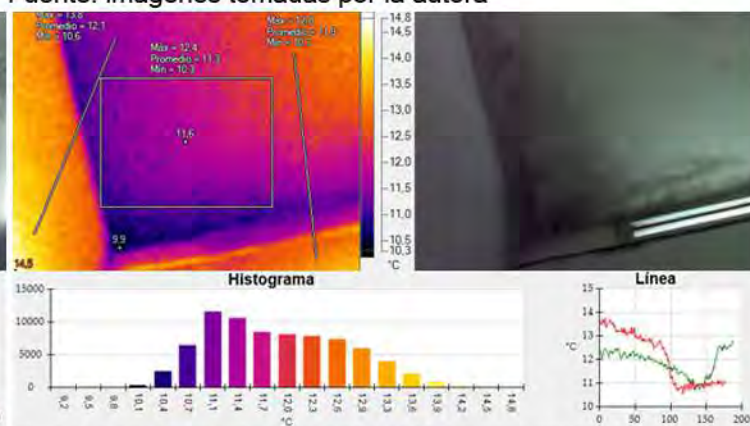


Fig. 18_Termograma e imagen real de punto singular del cielorraso de la cocina

Fuente: imágenes tomadas por la autora

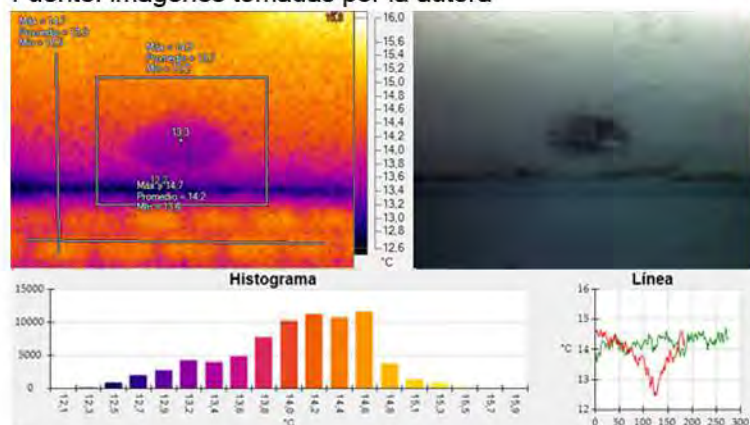


Fig. 19_Termograma e imagen real de humedad en el cielorraso de la cocina

Fuente: imágenes tomadas por la autora

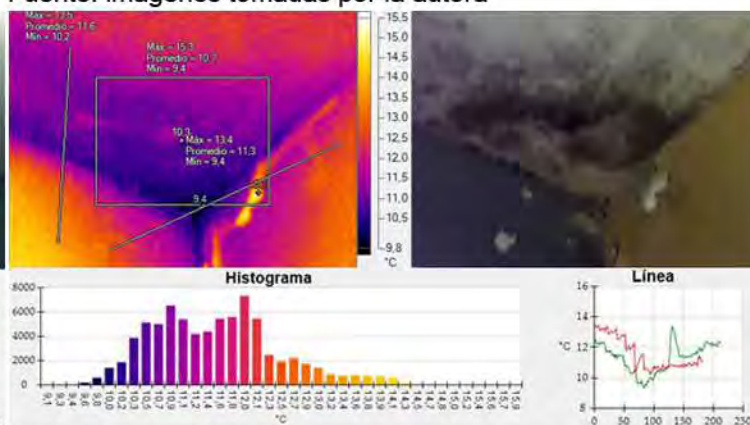


Fig. 20_Termograma e imagen real de humedad en el cielorraso del consultorio evaluado

Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 16 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dichos puntos.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociados a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs. 15, 16, 18, 20 y de la abertura condensada con escorrentia superficial Fig. 27).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 15 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 15, 16, 18), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad). Además, el agua contenida en los sustratos por causa de filtraciones puntuales a través de la azotea aumenta la conductividad de los materiales, haciendo que la situación de pérdida energética se agrave.

Otra observación interesante son los puentes térmicos constructivos que se generan por el mortero de toma de los mampuestos macizos que están solo bolseados y pintados (Fig. 16)

En zonas puntuales de ingreso de agua debidas a aun problema de estanqueidad en la azotea, se evidencia humedad contenida en el sustrato, lo que indica que el agua que ingresa no alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en microfisuración, desprendimiento del revoque, ampollado de la pintura y goteo de agua líquida, así como manchas concéntricas en colores ocre y anaranjados (Figs. 17, 19 y 20)

PATOLOGIAS EDILICIAS (imágenes macroscópicas)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

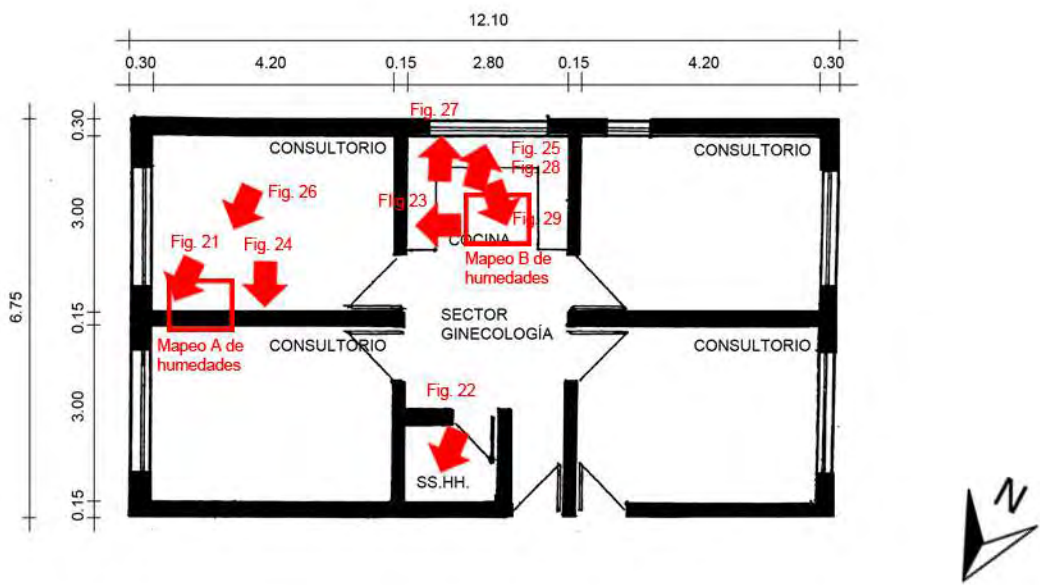


Fig. 21_Det. de cielorraso del consultorio evaluado
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. de cielorraso de la cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Det. de cielorraso del consultorio
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Cielorraso de cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Cielorraso de consultorio evaluado
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Det. de abertura con condensación en cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 28_Det. de cielorraso de cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 29_Det. de cielorraso de cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería); mientras que en la zona de la filtración puntual, donde había agua contenida, los niveles ascendieron hasta un 99.9%.

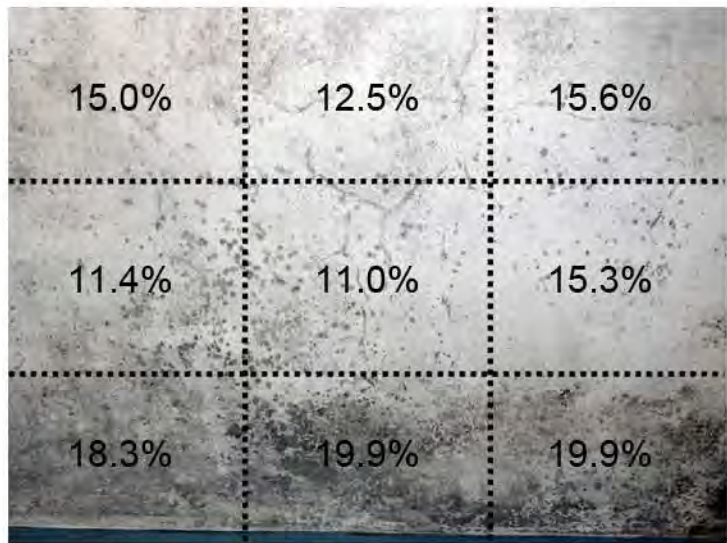


Fig. 30_Mapeo A de humedad en sector cielorraso del consultorio evaluado
Fuente: Elaboración propia

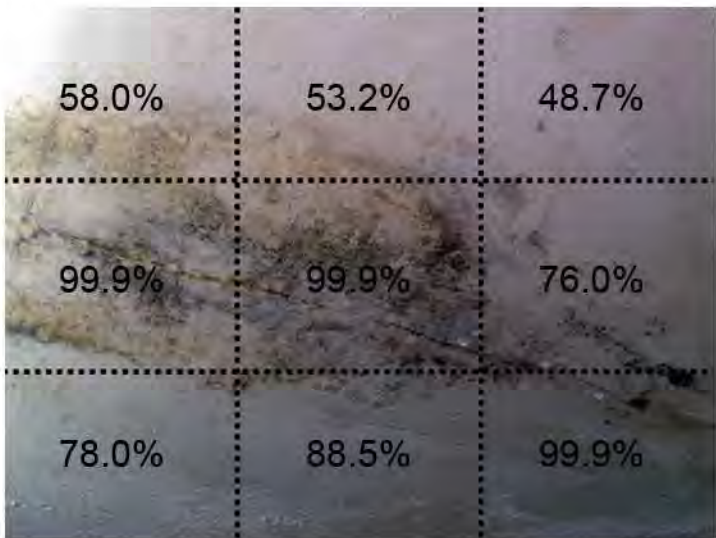


Fig. 31_Mapeo B de humedad en sector cielorraso de cocina
Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

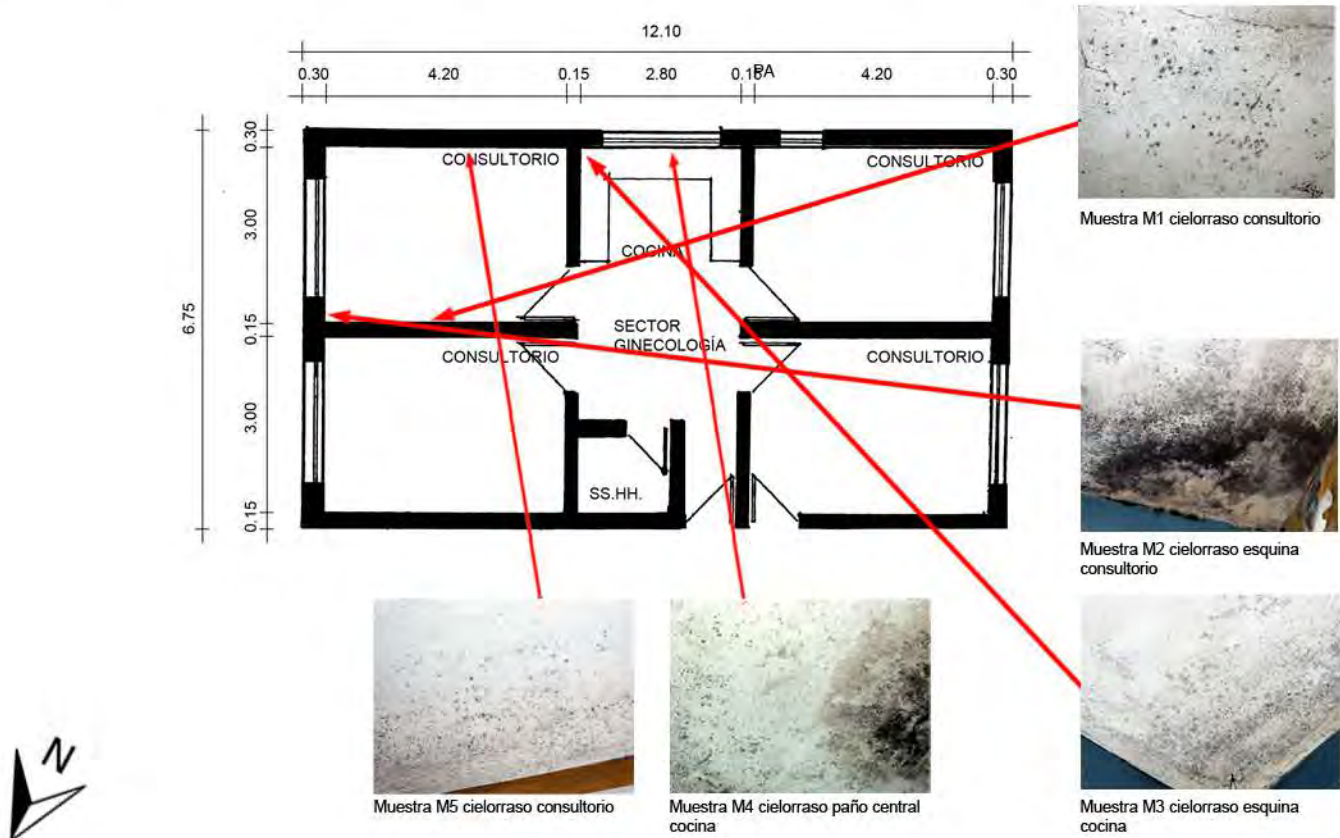


Fig. 32_Toma de muestra con hisopo estéril en cocina (M4)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 33_Guardado de hisopo con muestra en tubo plástico (M4)
Fuente: imagen propia la autora



Fig. 34_Detalle de cielorraso cocina (M4)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 35_Toma de muestra con hisopo estéril en consultorio (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 36_Detalle de cielorraso de consultorio (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora

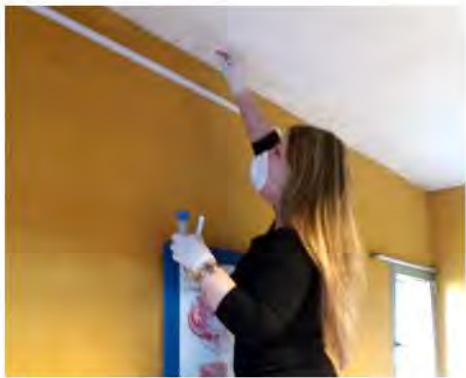


Fig. 37_Toma de muestra con hisopo en consultorio (M5)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 38_Placas e hisopos con las muestras listas para llevar al laboratorio
Fuente: Fotografía tomada por la autora



Fig. 39_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de la policlinica
Fuente: Fotografía tomada por la autora



Fig. 40_*Cladosporium* sp. encontrado en todas las muestras analizadas (M1 a M5)
Fuente: Fotografía tomada por la autora



Fig. 41_*Alternaria tenuissima* encontrado en consultorio (M5)
Fuente: Fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LAS LOCALES):

Cielorraso consultorio M1 - *Cladosporium* sp.
Cielorraso consultorio esquina M2 - *Cladosporium* sp.
Cielorraso esquina cocina M3 - *Cladosporium* sp.
Cielorraso paño central cocina M4 - *Cladosporium* sp.
Cielorraso consultorio - *Cladosporium* sp.
- *Alternaria tenuissima*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas trabajan/acuden al centro de salud?

Son usuarios intermitentes; de promedio el personal de salud fijo en ese sector son alrededor de 8 usuarios adultos

¿Cuánto tiempo pasa en las oficinas?

La policlínica está abierta los 365 días del año, las 24 horas del día.

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? NO
- ¿falta de ventilación? Sí, se percibe falta de ventilación
- ¿se ventilan las oficinas en invierno? No, como sienten mucho frío solo dejan encendido los aires acondicionados en 26 o 28°C todo el día.

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, esto se ve aumentado por la nula renovación de aire (ni siquiera con carácter higiénico), que aporta negativamente a la situación ambiental interior, junto con el vapor producto de los mecanismos termorreguladores propios del ser humano.
- ¿la humedad produce calor? Si
- ¿la humedad produce frío? No
- ¿tiene la sensación de sequedad? No
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire Acondicionado.

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

Información no aportada por los usuarios fijos

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI, sufren muy seguido de molestias nasales

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones. NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del edificio
Fuente: Google Maps 2018



Fig 2_ Vista de la fachada principal del edificio en estudio
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Cerro Largo 1726 bis esq. Tristán Narvaja - Barrio Centro

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 24 de julio de 2018

DESCRIPCIÓN: edificio de oficinas y consultorios médicos desarrollado en planta baja

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de una hoja de ladrillón cerámico antiguo de 25cm, s/aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de bovedilla cerámica (mampuestos de bovedilla huecos sobre viguetas de hierro, dispuestos en forma abocinada, con cielloraso revocado y terminada superiormente con asfalto y velo de vidrio

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1910

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

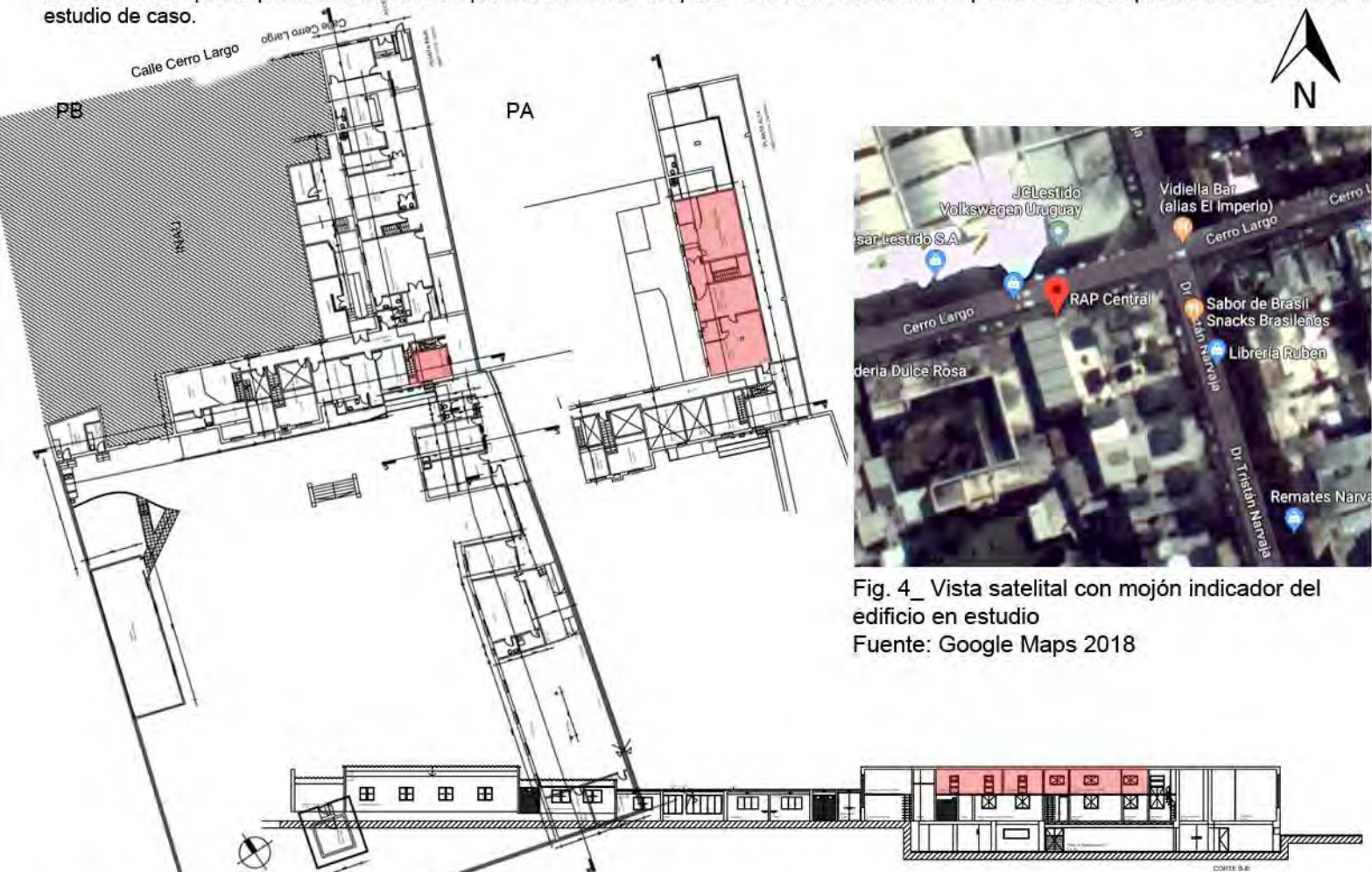


Fig. 3_ Plantas y alzado general de referencia, con la ubicación de las oficinas en estudio.
Fuente: gráficos suministrados por ASSE

Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del edificio en estudio
Fuente: Google Maps 2018

LAS OFICINAS: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de las oficinas queda supeditada a la aprobación de la Dirección General de ASSE. Por razones de privacidad y seguridad, al momento de la toma de muestras, solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, o en el mejor caso, imágenes parciales de los locales afectados.

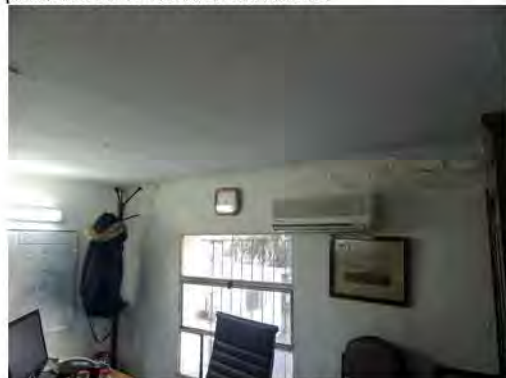


Fig. 5_Oficina en entresuelo
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Oficina en entresuelo
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Oficina en entresuelo
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Oficina clausurada en PA
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Oficina clausurada en PA
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Oficina de medio horario en PA
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 11_Oficina de medio horario en PA
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 12_Oficina de medio horario en PA
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 13_Cocina dentro de oficina en PA
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DE LAS OFICINAS EN ESTUDIO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso



Fig. 14_Oficina en nivel entresuelo del edificio
Fuente: elaboración propia

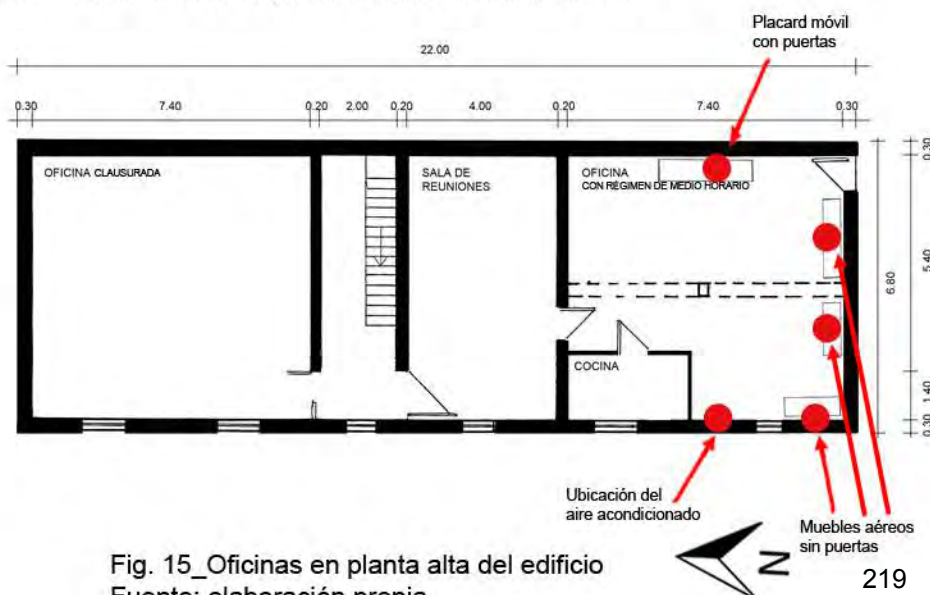


Fig. 15_Oficinas en planta alta del edificio
Fuente: elaboración propia

M5

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de una hoja de ladrillón antiguo cerámico s/aislamiento térmico; term. int. y ext. revoque pintado

Masa = 422.5 Kg/m²

Espesor = 0.300 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 1.67 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 422.5 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.41 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.199$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NO

Intersticial **SI** NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según

UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 34.01°C

Plano Oeste = 40.65°C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno
tsnvert = 17.65°C
tsnhoriz. = N/A

verano
tsXnorte = N/A
tsXeste = 25.67°C
tsXoeste = 26.10°C
tsXsur = N/A
tsXhoriz. = N/A

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno
Qcondvertical = 32.15W/m²
Qcondhoriz. = N/A

verano
Qcondnorte = N/A
Qcondeste = 56.65W/m²
Qcondoeste = 57.36W/m²
Qcondsur = N/A
Qcondhoriz. = N/A

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

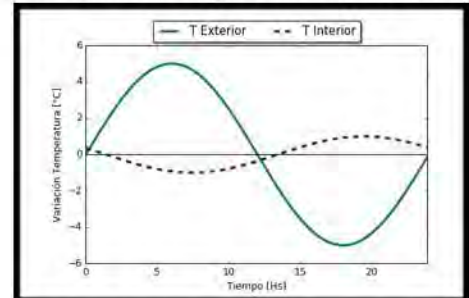
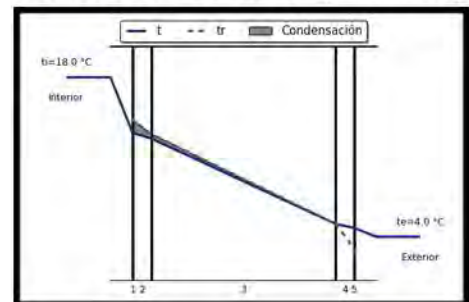


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = N/A
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

El ladrillón antiguo cerámico, componente básico del cerramiento, no se encuentra disponible en el mercado (ni hay un material similar en tamaño, material y características), de modo que no es posible calcular el costo/m² del cerramiento.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09 SI NO
Cumple con Norma UNIT 1150 SI NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv) SI NO (ver) SI NO

Posible riesgo de condensación superficial e intersticial. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-parallelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal
DESCRIPCIÓN:

Masa = 429.7 Kg/m² (por vigueta de hierro) / 354.7 Kg/m² (por ladrillo hueco)
Espesor = 0.312 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por vigueta}} = 1.27 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por lad.hueco}} = 1.27 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por vigueta}} = 388.45 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por lad hueco}} = 354.7 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por vigueta) = 11.44 Hs / ϕ (por lad hueco) = 10.69 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por vigueta) = 0.071 / μ (por lad hueco) = 0.075

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial ☒ SI NO ☒ SI NO

Intersticial ☒ SI NO ☒ SI NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido

a puentes térmicos en paños centrales (según

UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 68.69°C

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno $ts_{\text{vert.}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{horiz.}} = 17.79^\circ\text{C}$

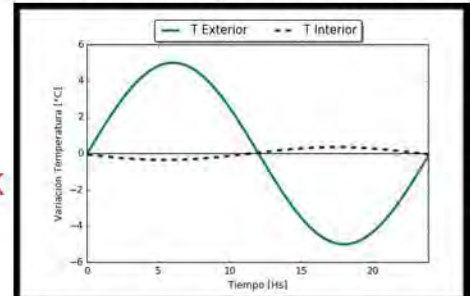
verano $ts_{\text{Xnorte}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xeste}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xoeste}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xsur}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xhoriz.}} = 26.85^\circ\text{C}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

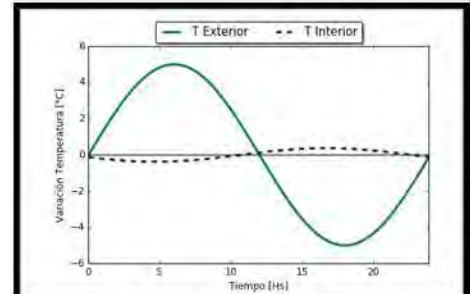
invierno $Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 24.45 \text{ W/m}^2$

verano $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 97.71 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

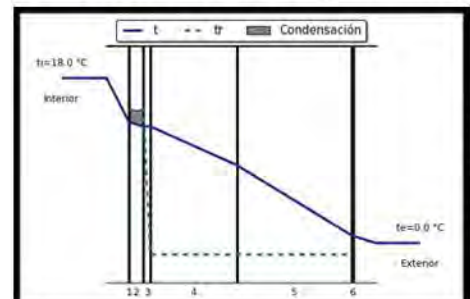


por vigueta

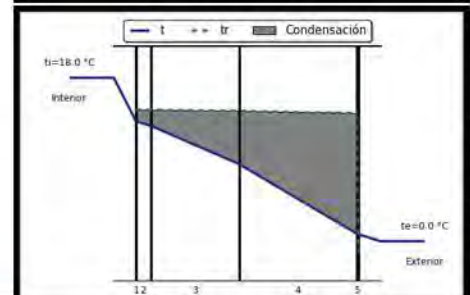


por ladrillo hueco

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por vigueta



por ladrillo hueco

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = N/A
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*No se pudo calcular el precio porque los materiales constitutivos del cerramiento son muy antiguos y ya no se consiguen en el mercado. Además como no se hicieron cateos destructivos, no se sabe con certeza el n° del PNI involucrado.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

Presenta tanto riesgo de condensación superficial como intersticial. Esto puede traer consecuencias no solo en cuanto a proliferación de moho asociado a esta problemática, sino a su vez, afectaciones negativas de índole estructural, ya que las eflorescencias pueden producir disgregación por heladicidad de los recubrimientos, y las viguetas pueden verse afectadas por la acción de oxidación y lixiviación.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en oficina con medio horario de uso)

Text = 5.0°C

HRext = 93.2%

Tint = 16.1°C

HRint = 57%

CO2min = 684 ppm

CO2max = 743 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

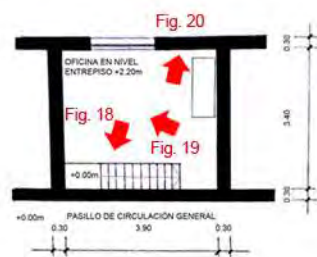
Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 24/07.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

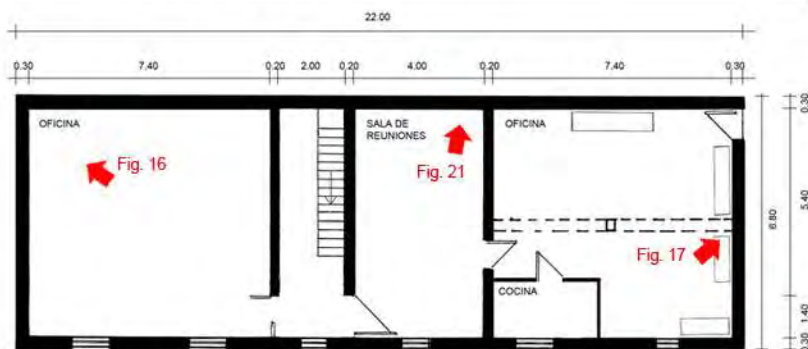
- Los locales analizados durante la evaluación no estaban en régimen, es decir, que en ese momento no estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más bajas con respecto a los valores exteriores, por no tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día auditado, desprendió como valor máximo 743 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES



P ENTREPISO



PA

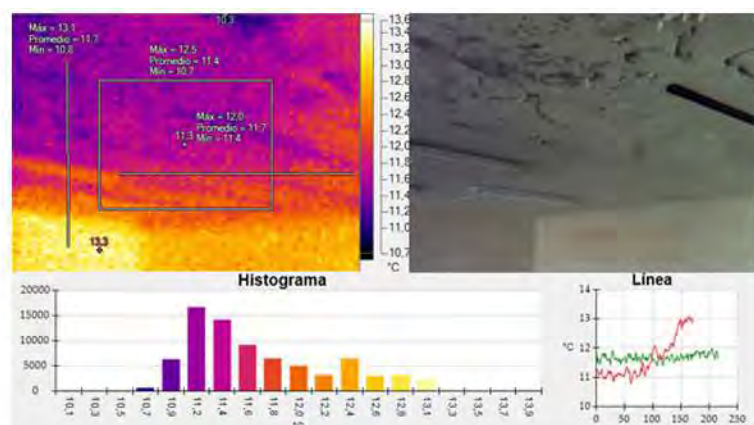


Fig. 16_Termograma e imagen real de cielorraso de oficina clausurada en PA

Fuente: imágenes tomadas por la autora

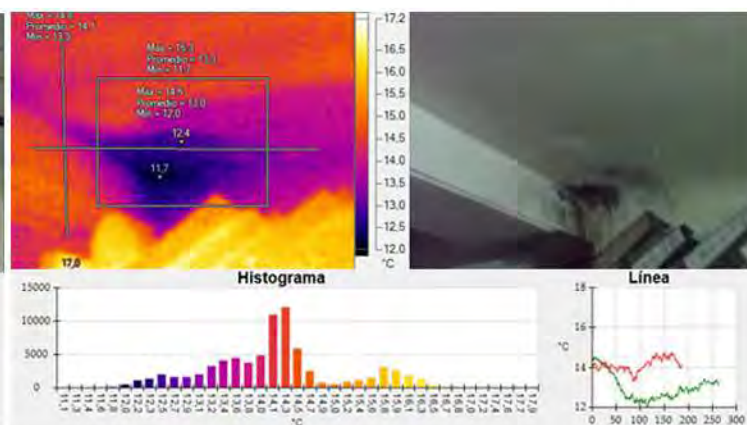


Fig. 17_Termograma e imagen real de triedro de oficina en PA

Fuente: imágenes tomadas por la autora

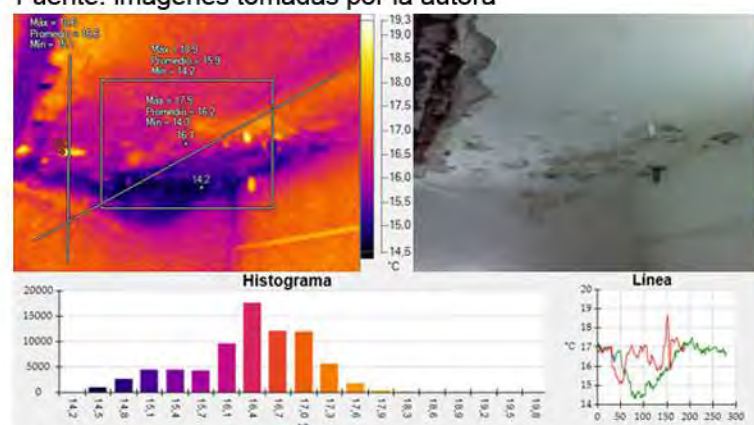


Fig. 18_Termograma e imagen real de cielorraso de oficina en entpiso

Fuente: imágenes tomadas por la autora

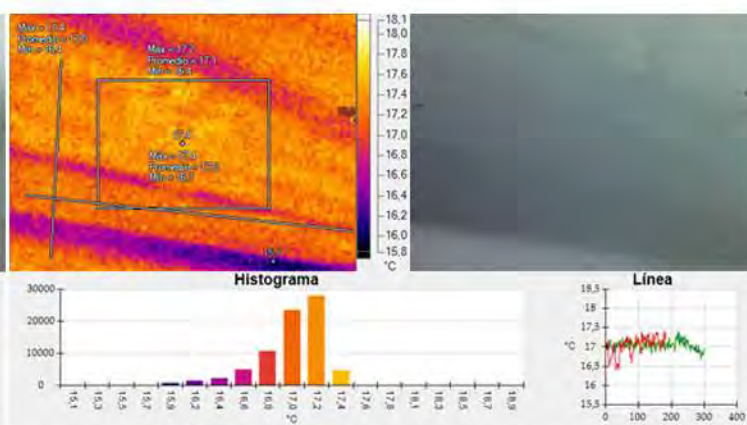


Fig. 19_Termograma e imagen real de cielorraso de oficina en entpiso

Fuente: imágenes tomadas por la autora

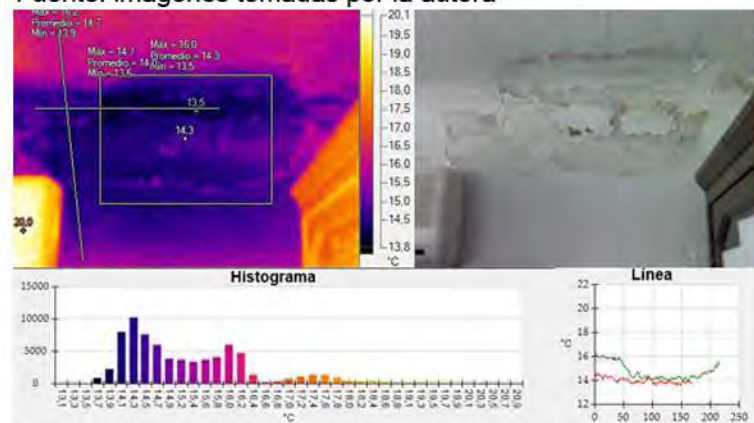


Fig. 20_Termograma e imagen real de cielorraso de oficina en entpiso

Fuente: imágenes tomadas por la autora

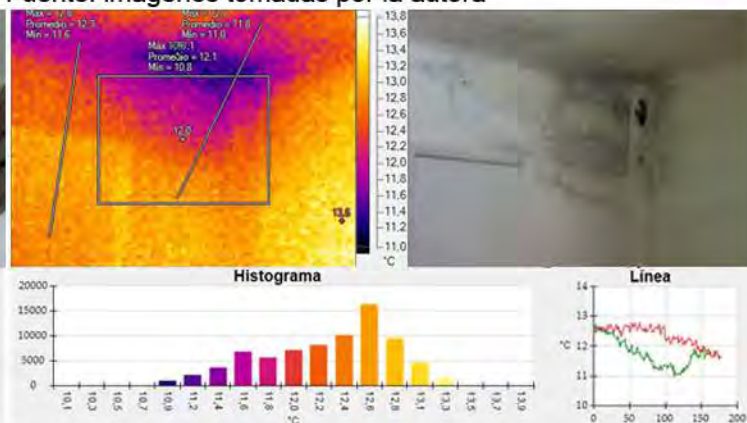


Fig. 21_Termograma e imagen real de cielorraso de sala de reuniones en PA

Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 20 se puede observar una diferencia de temperaturas de más de 3°C entre el triedro y el resto del cerramiento.

Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y agua contenida), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociados a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

A pesar de no existir aislamiento térmico en los cerramientos, la temperatura superficial está bastante contenida por la característica principal del material constitutivo de las paredes: son muros mácicos, de ladrillón macizo, que contemplan una elevada inercia y amortiguamiento térmico (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C). No obstante, un mal hábito por parte de los usuarios en cuanto al control de la producción y evacuación de vapores interiores, así como la elevada HR en el aire también producto de la cantidad de agua presente en los cerramientos, se traducen en condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la las viguetas metálicas de la losa de bovedilla cerámica, muy conductora del calor (Figs.17, 19, 20 y 21).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 19, 20, 21), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad). Además, el agua contenida en los sustratos por causa de filtraciones puntuales a través de la azotea aumenta la conductividad de los materiales, haciendo que la situación de pérdida energética se agrave.

En zonas puntuales de ingreso de agua debidas a un problema de estanqueidad en la azotea, se evidencia humedad contenida en el sustrato, lo que indica que el agua que ingresa no alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en microfisuración, desprendimiento del revoque, ampollado de la pintura y goteo de agua líquida (Figs. 13, 15 y 16)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

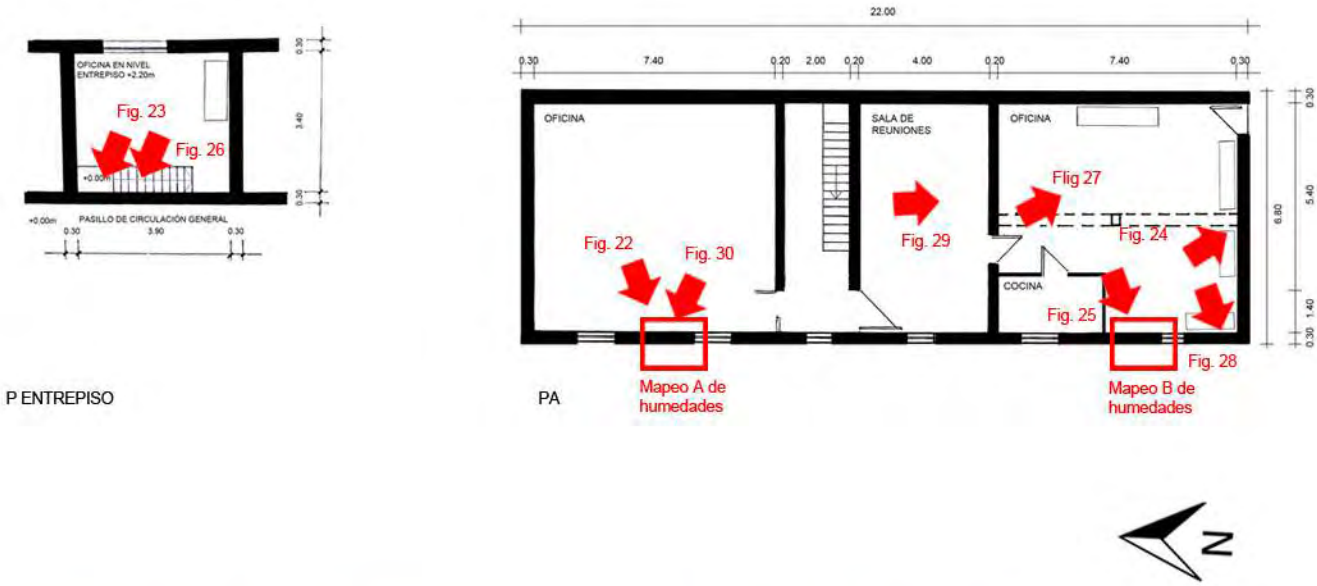


Fig. 22_Det. de cielorraso con cond. sup. en oficina clausurada de PA
Fuente: fotografía tomada por la autora

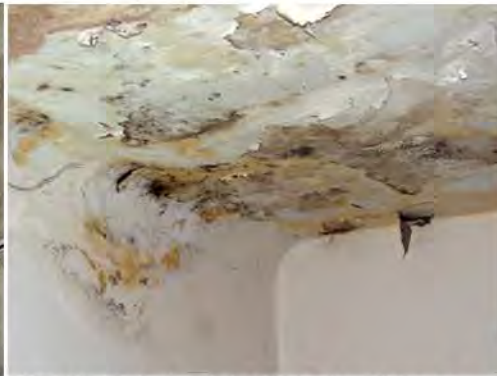


Fig. 23_Det. de cielorraso de oficina en entepiso
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Detalle de triedro en oficina de PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_AA en oficina de PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Cielorraso de oficina en entepiso
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Det. de cielorraso de oficina en PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 28_Det. de pared de oficina en PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 29_Det. de cielorraso de sala de reuniones
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 30_Det. de pared de oficina clausurada en PA
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería); mientras que en la zona de la filtración puntual, donde había agua contenida, los niveles ascendieron hasta un 99.9%.



Fig. 31_Mapeo A de humedad en sector pared de oficina clausurada en PA
Fuente: Elaboración propia



Fig. 32_Mapeo B de humedad en sector pared exterior de la oficina en PA
Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

REFERENCIA A LAS IMÁGENES



Muestra M1 pared detrás de mueble en oficina entrepiso



Muestra M2 cielorraso oficina entrepiso



Muestra M3 pared exterior oficina entrepiso



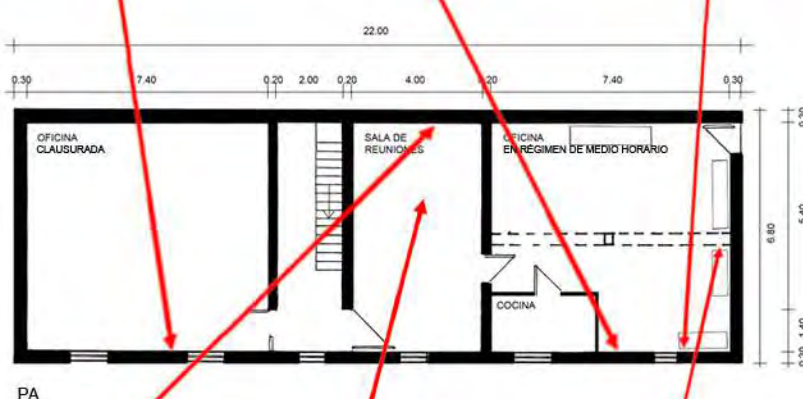
Muestra M4 pared oficina clausurada en PA



Muestra M5 pared oficina en PA



Muestra M6 pared oficina en PA a nivel de zócalo



Muestra M9 pared de sala de reuniones



Muestra M8 cielorraso de sala de reuniones



Muestra M7 triedro superior de oficina en PA, sobre mueble aéreo



Fig. 33_Toma de muestra con cinta en sala de reuniones (M9)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 34_Detalle de pared con mohos en sala de reuniones (M9)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 35_Toma de muestra c/hisopo estéril en cielorraso de sala de reuniones (M8)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 36_Detalle de cielorraso de sala de reuniones (M8)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37_Toma de muestra con hisopo estéril en oficina clausurada de PA (M4)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 38_Toma de muestra con cinta en oficina clausurada de PA (M4)
Fuente: imagen propia de la autora

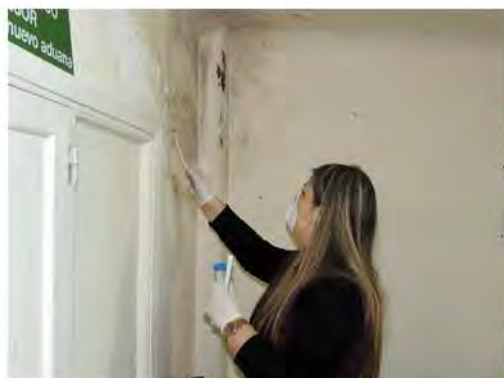


Fig. 39_Toma de muestra con hisopo estéril en sala de reuniones (M9)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 40_Toma de muestra con hisopo estéril en oficina de PA (M5)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 41_Detalle de mohos en pared de oficina de PA (M5)
Fuente: fotografía tomada por la autora

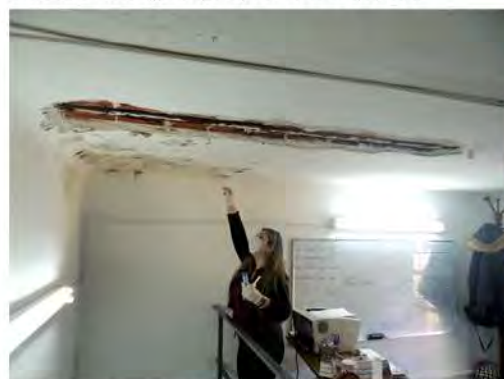


Fig. 42_Toma de muestra c/hisopo estéril en oficina de PB (M2)
Fuente: imagen propia de la autora

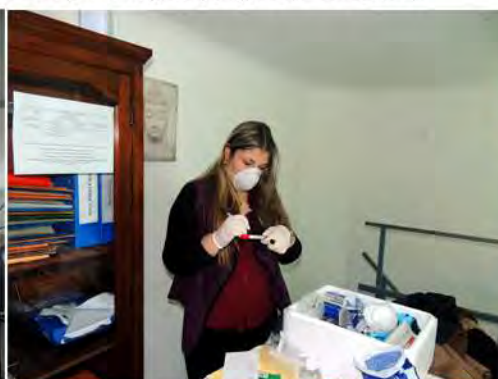


Fig. 43_Preparación de una muestra de la oficina de PB
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 44_Hisopos, placas con muestras y materiales para realizar los muestreos
Fuente: fotografía tomada por la autora

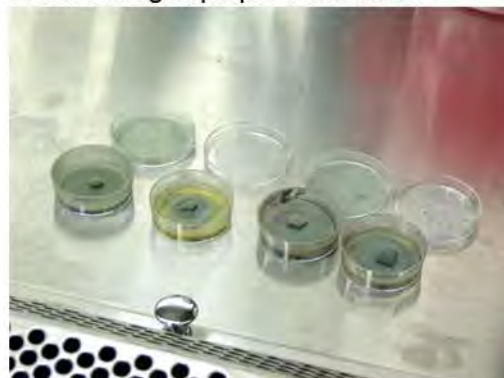


Fig. 45_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de las oficinas
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 46_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de las oficinas
Fuente: fotografía tomada por la autora

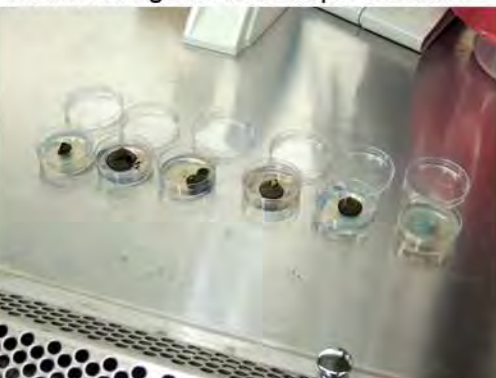


Fig. 47_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de las oficinas
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 48_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas de las oficinas
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 49_*Penicillium chrysogenum* encontrado en oficinas de PB y PA (M5, M9, M3, M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 50_*Mortierella alpina* encontrado en oficinas de PB y PA (M1, M2, M3, M5)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 51_ *Cladosporium* sp. encontrado en todas las oficinas (M4, M8, M10, M11)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 52_ *Mucor circinelloides* encontrado solo en oficinas de PA (M4, M7)

Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LAS OFICINAS):

- Pared detrás de mueble en oficina de PB M1 - *Mortierella alpina*
 - *Penicillium chrysogenum*
- Cielorraso oficina PB M2 - *Mortierella alpina*
 - *Cladosporium* sp.
- Pared exterior oficina PB M3 - *Mortierella alpina*
 - *Penicillium chrysogenum*
 - *Cladosporium* sp.
- Pared oficina clausurada en PA M4 - *Mucor circinelloides*
 - *Cladosporium* sp.
- Pared oficina en PA M5 - *Mortierella alpina*
 - *Penicillium chrysogenum*
- Pared oficina en PA a nivel de zócalo M6 - *Penicillium chrysogenum*
- Triedro superior de oficina en PA sobre mueble aéreo M7 - *Mucor circinelloides*
- Cielorraso de sala de reuniones M8 - *Cladosporium* sp.
- Pared de sala de reuniones M9 - *Penicillium chrysogenum*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas trabajan en las oficinas?

Son alrededor de 6 usuarios adultos fijos

¿Cuánto tiempo pasa en las oficinas?

L-V jornada laboral normal (de 9 a 16hs)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? NO
- ¿falta de ventilación? Sí, se percibe falta de ventilación
- ¿se ventilan las oficinas en invierno? Sí, pero es un hábito que tienen los usuarios por el olor a humedad presente y el ambiente húmedo insalubre, no porque tengan el hábito de renovar el aire.

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, esto se ve aumentado por el estado invasivo de humedades en paredes y cielorrasos que aporta negativamente a la situación ambiental interior, junto con el vapor producto de los mecanismos termorreguladores propios del ser humano
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretodo durante el invierno, los locales son muy fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire Acondicionado.

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

Información no aportada por los usuarios

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad SI

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones. SI

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]

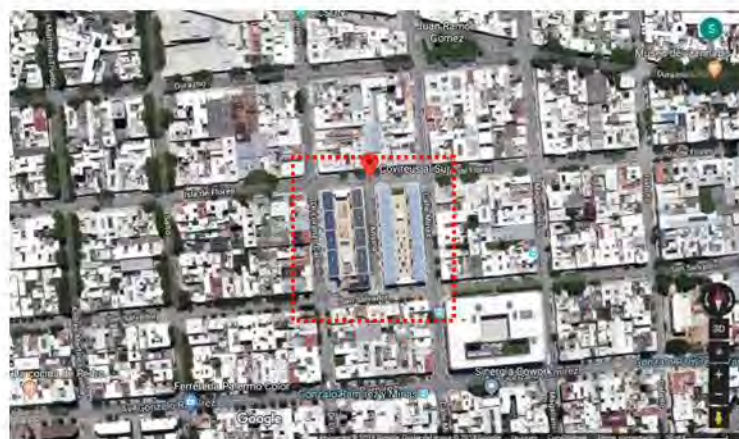


Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Lorenzo Carnelli 1032 apto. 302 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 28 de julio de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento tipo dúplex de 3 dormitorios

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados cubierta de losa maciza de hormigón armado, c/ático sin ventilar, s/aislamiento térmico y con sobre techo de chapa ondulada Econopanel

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general con la ubicación del apartamento en estudio

Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del apartamento en estudio

Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas "delicados", en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda.



Fig. 5_Abertura hacia calle L. Carnelli.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Zona estar-cocina
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Estufa a supergas en planta baja
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Abertura hacia calle L. Carnelli.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Dormitorio secundario
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Dormitorio secundario
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 11_Aire acond. en dormit. principal
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 12_Pasillo de distribución interior
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 13_Dormitorio principal
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso



Fig. 14_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia

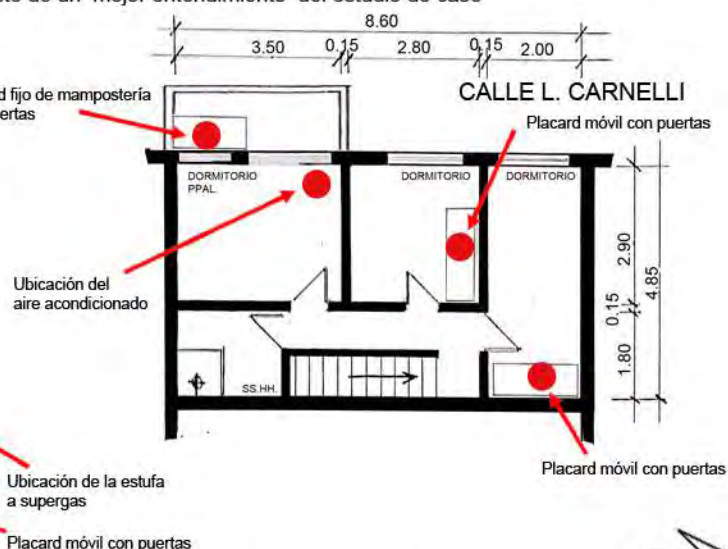
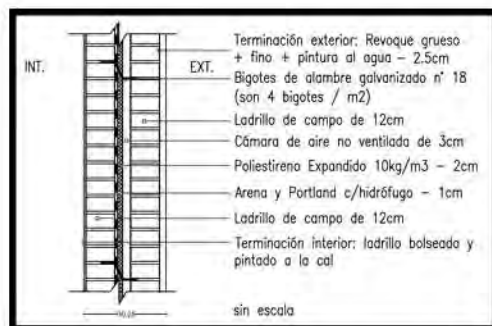


Fig. 15_Planta alta del apartamento
Fuente: elaboración propia



M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A

/ Plano Este = N/A

Plano Oeste = 47.82 °C

/ Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = \text{N/A}$

$tsX_{oeste} = 25.48^\circ\text{C}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = \text{N/A}$

$Q_{condoeste} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{condsur} = \text{N/A}$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

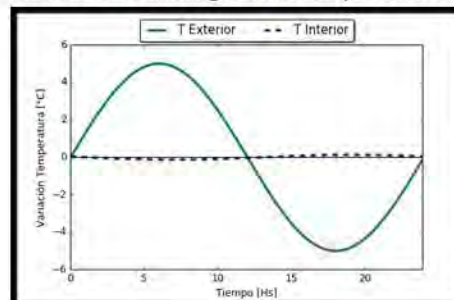
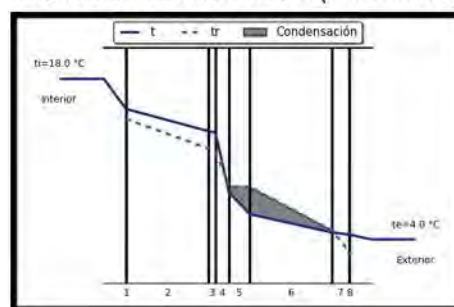


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

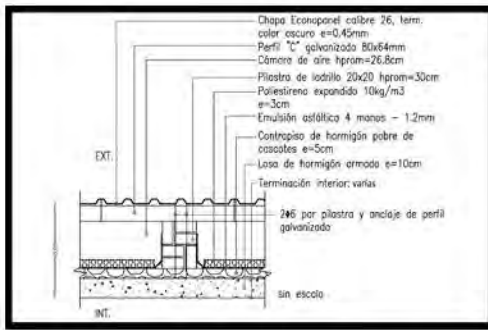
NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma URPP, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.



C1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa de hormigón armado maciza c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1337.51 Kg/m² (por pilastra de ladrillo) / 950.93 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.530 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por cámara}} = 0.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por pilastra}} = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por cámara}} = 606.20 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por pilastra}} = 992.38 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por cámara) = 9.78 Hs / ϕ (por pilastra) = 22.86 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.014 / μ (por pilastra) = 0.018

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	por cámara	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial		SI	NO		SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 60.19°C

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno
 $t_{\text{snvert.}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{snhoriz.}} = 18.81^\circ\text{C}$

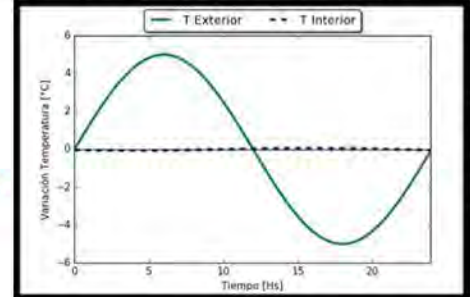
verano
 $t_{\text{sx norte}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx este}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx oeste}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx sur}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx horiz.}} = 25.92^\circ\text{C}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

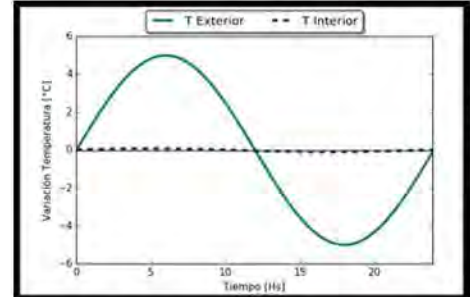
invierno
 $Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 16.56 \text{ W/m}^2$

verano
 $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 58.86 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

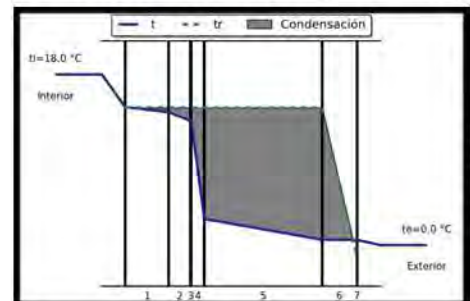


por cámara

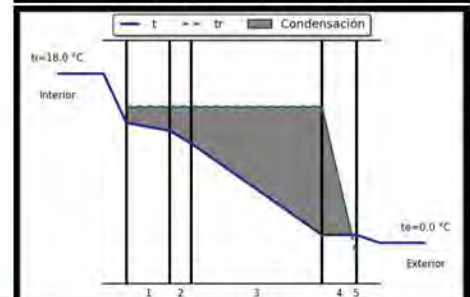


por pilastra

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por pilastra

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3349,78
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI NO

Cumple con Norma IRAM 11605 (inv)

SI

NO

(ver) SI

NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higrotérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinúa la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y ocasionar el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso diurno)

Text = 12.0°C

HRExt = 100%

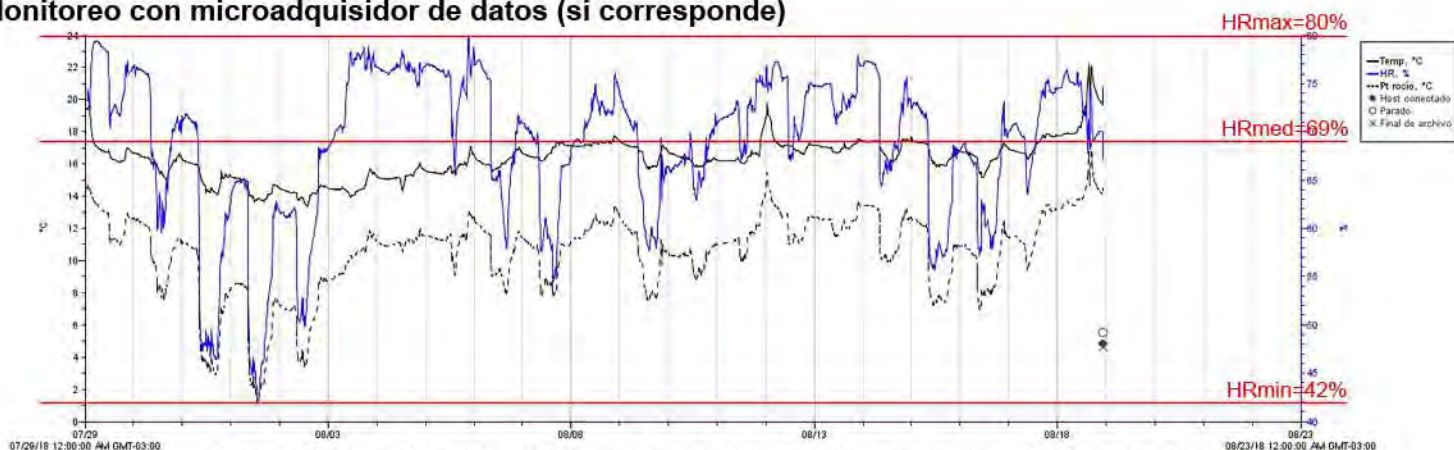
Tint = 16.5°C

HRint = 65%

CO2min = 664 ppm

CO2max = 675 ppm

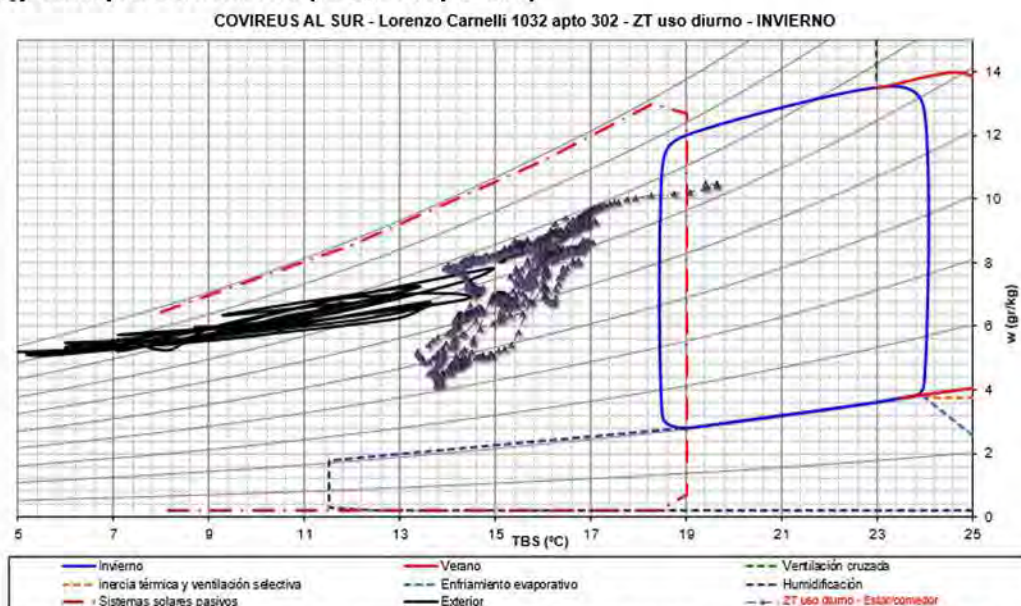
Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)



Gr. 1_ Condiciones ambientales interiores: temperatura, HR y punto de rocío del caso de estudio

Fuente: gráficos provistos por el software de HOBO ONSET

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)



Gr. 2_ Diagrama de Givoni con los datos monitoreados del estudio de caso. Fuente: PSICONF - Autor Dr. Jorge Czajkowski

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante diez días del periodo riguroso de invierno: 29/07 al 19/08

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- las temperaturas interiores están mucho más contenidas y contemplan un menor salto térmico que las exteriores (mayor amortiguamiento). En el periodo auditado fluctuaron dentro de 14 a 22°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son solo del orden de 2°C,

- * La humedad relativa interior fue bastante heterogénea en el período de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación de la vivienda, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire. La media de la HR interior fue de 69%, con picos máximos de 80%

- Durante el invierno, solo algunos días de la zona térmica de uso diurno se encontraron dentro de la zona de confort. Esto de alguna forma verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que la casa es bastante fría durante el invierno y neutral durante el verano.

- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día auditado, desprendió como valor máximo 675 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

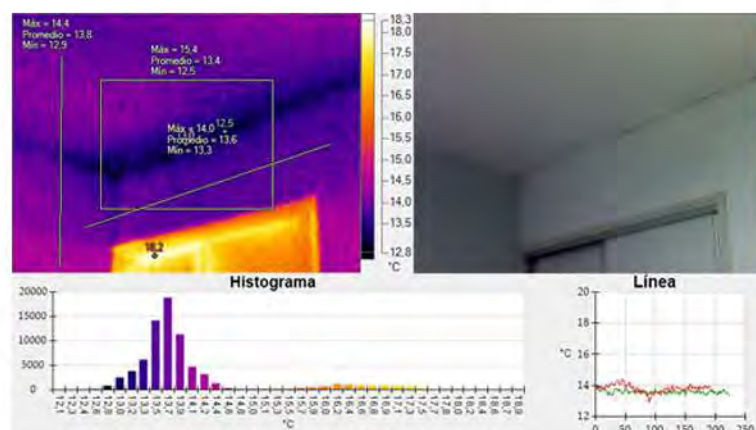
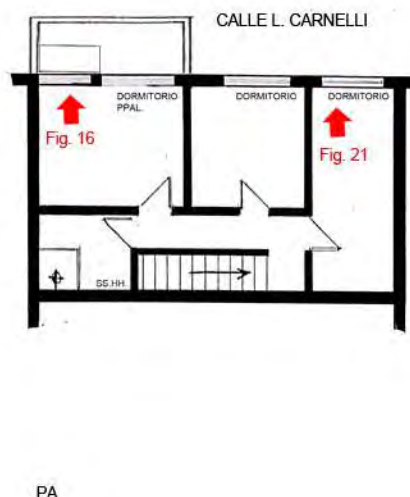


Fig. 16_Termograma e imagen real de cielorraso de dormitorio
Fuente: imágenes tomadas por la autora

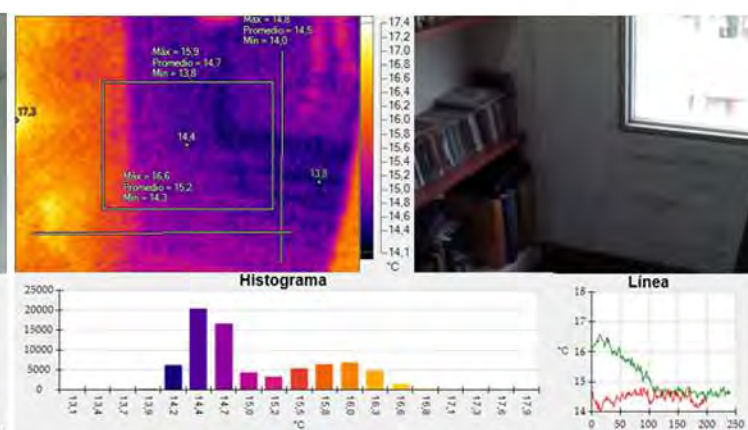


Fig. 17_Termograma e imagen real de antepecho de abertura
Fuente: imágenes tomadas por la autora

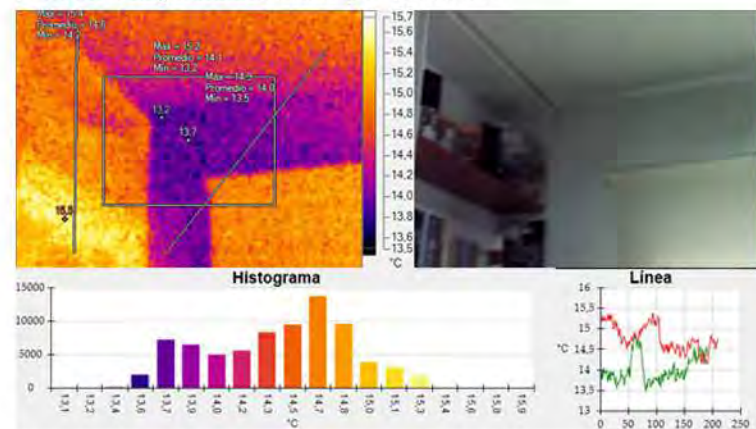


Fig. 18_Termograma e imagen real de cielorraso del living
Fuente: imágenes tomadas por la autora

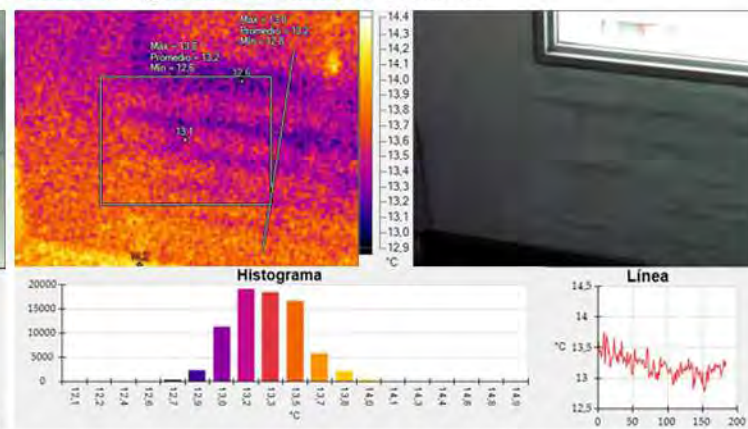


Fig. 19_Termograma e imagen real de antepecho de abertura
Fuente: imágenes tomadas por la autora

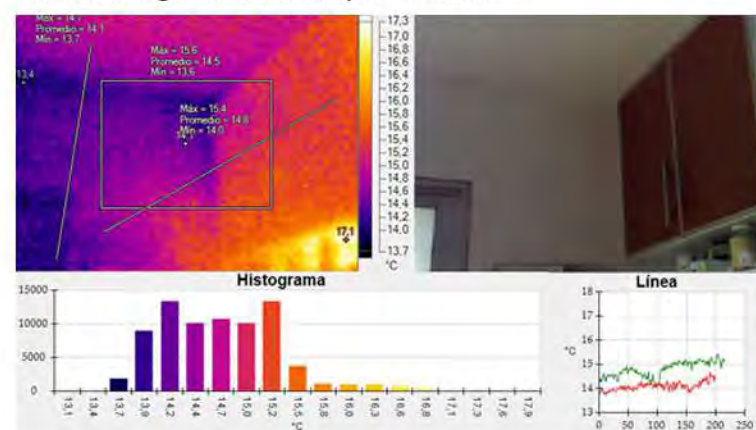


Fig. 20_Termograma e imagen real de cielorraso de cocina.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

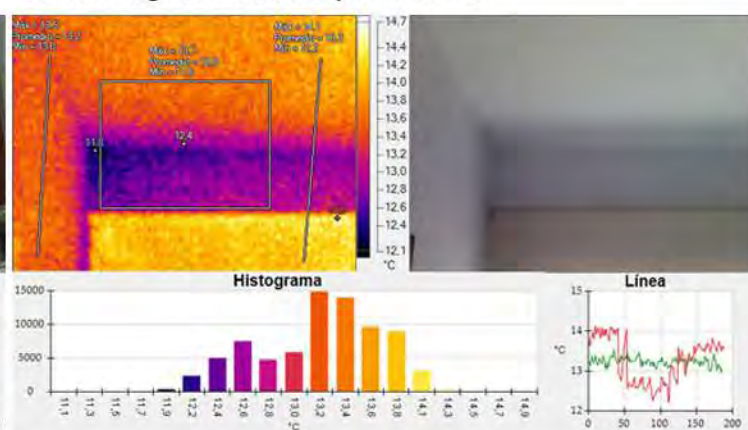


Fig. 21_Termograma e imagen real de cielorraso del dormitorio principal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 20 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cielorraso y la viga interior. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociados a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.16, 18, 20 y 21).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 18 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 16, 18, 20), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad)

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que no hay humedad debida a filtraciones puntuales o accidentes en instalaciones.

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

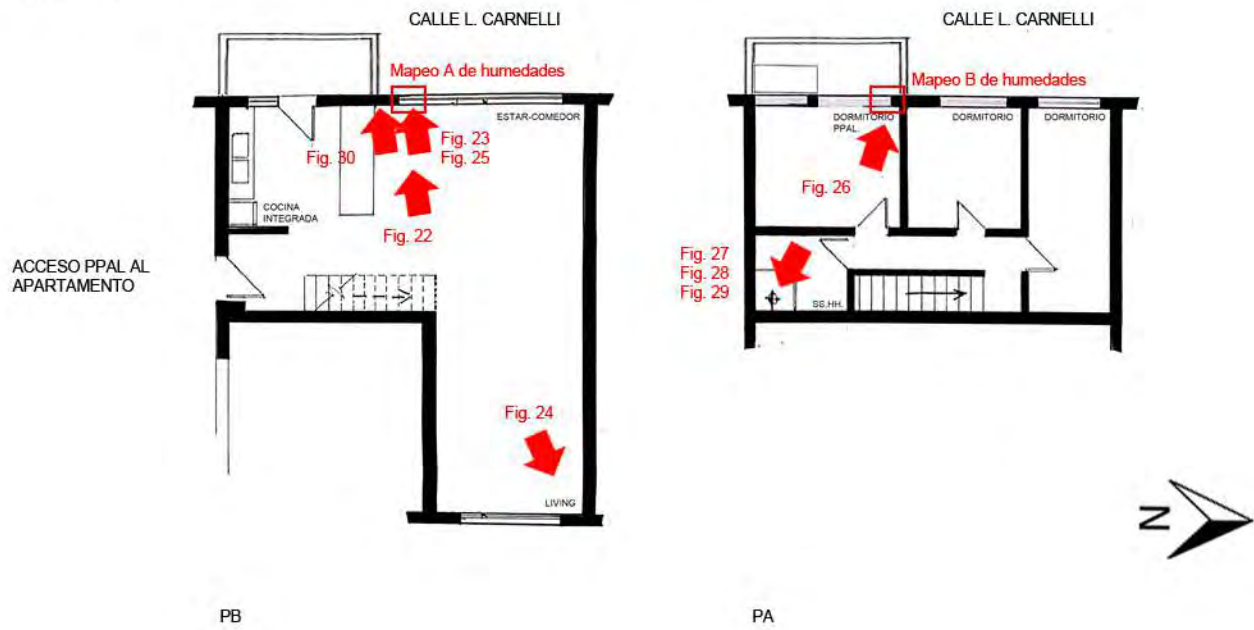


Fig. 22_Antepecho de abertura
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Detalle de antepecho con mohos
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Triedro superior de fach. post.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Detalle de marco de abertura
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Cielorraso de dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 28_Detalle cielorraso baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 29_Triedro superior del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 30_Cielorraso de estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

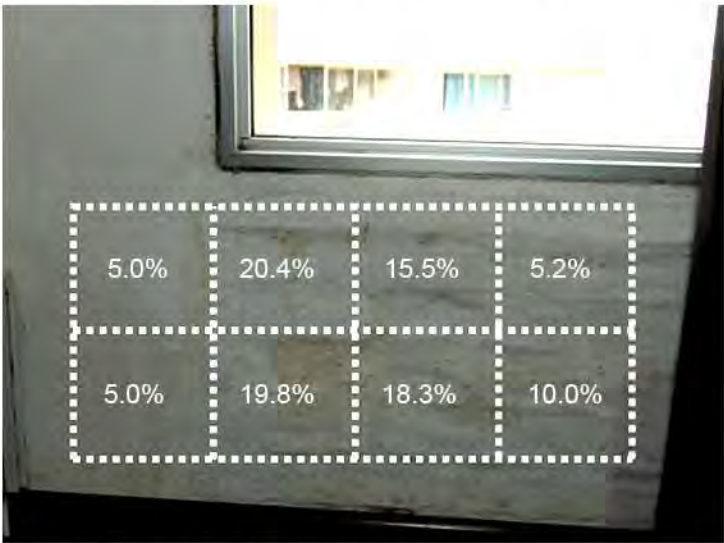


Fig. 31_Mapeo A de humedad en sector antepecho
Fuente: Elaboración propia

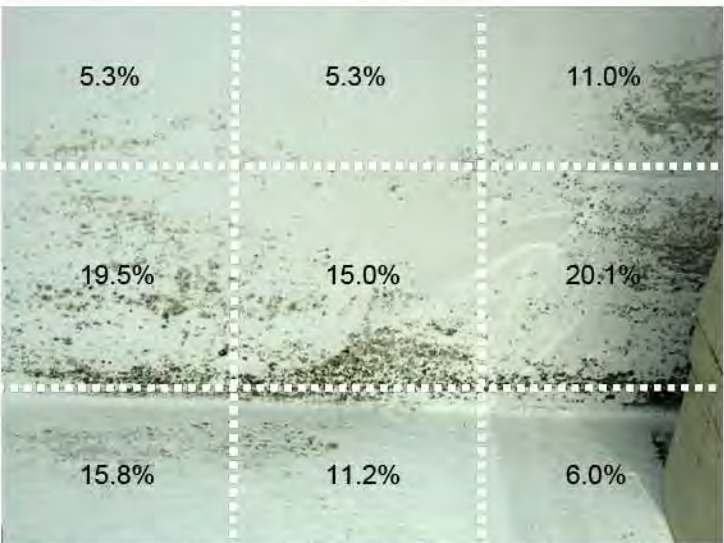


Fig. 32_Mapeo B de humedad en sector cielorraso del dormitorio principal
Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

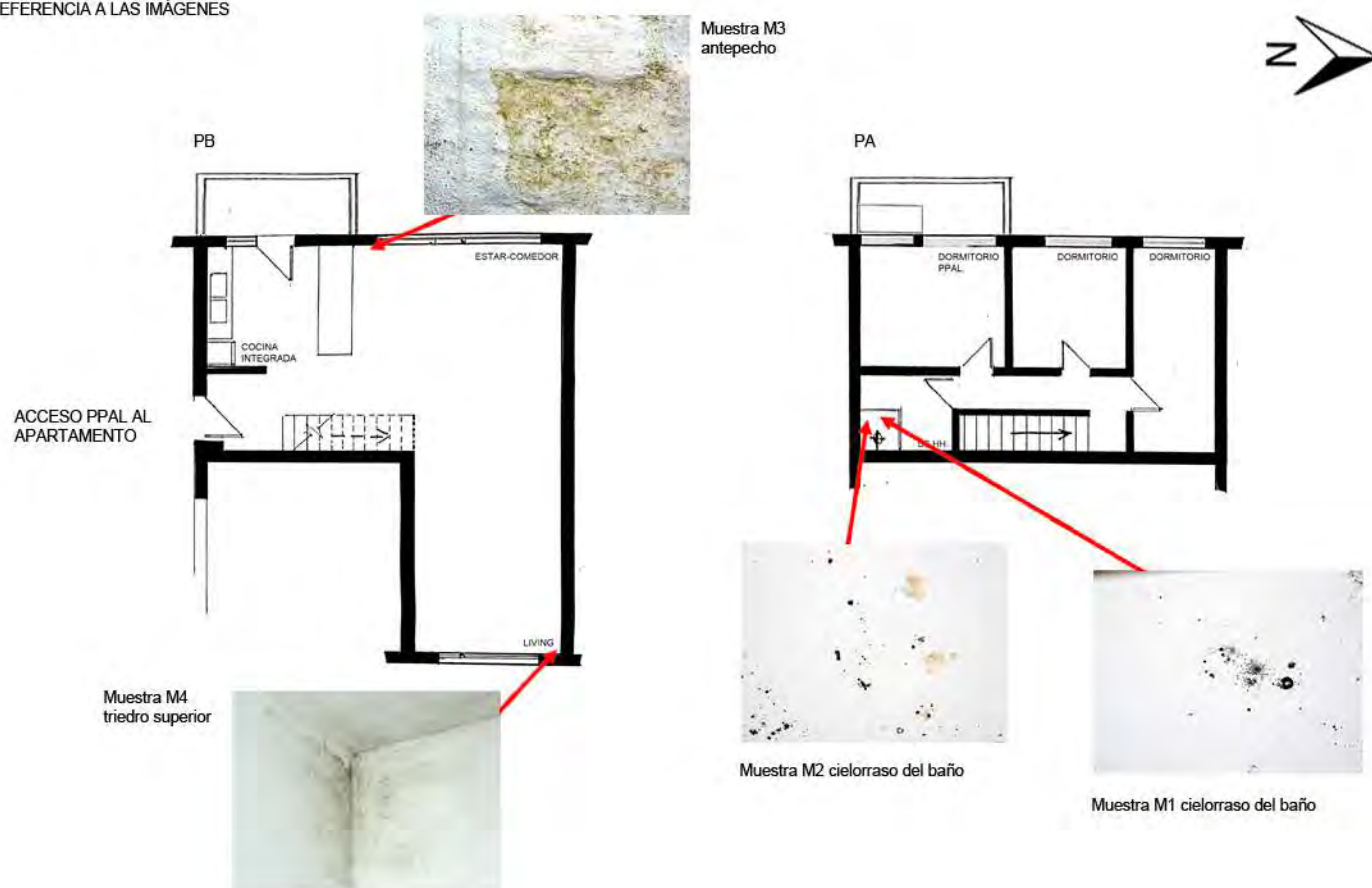


Fig. 33 Preparación de los materiales para tomar las muestras
Fuente: imagen propia



Fig. 34 Toma de muestra c/hisopo estéril en jamba de abertura
Fuente: imagen propia



Fig. 35 Detalle de antepecho de fachada principal (M3)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 36 Det. de cielorraso de baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37 Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso del baño
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 38 Preparación de la muestra del baño
Fuente: imagen propia



Fig. 39_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 40_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 41_*Alternaria alternata* encontrada en el cielorraso del baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 42_*Mortierella alpina* encontrada en el cielorraso del baño (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 43_*Cladosporium* sp. encontrado en el baño y en la fachada sec. (M1, M4)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 44_*Trichoderma atroviride* encontrado en ambas fachadas expuestas (M3, M4)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso baño M1 - *Mortierella alpina*

- *Cladosporium* sp.

Cielorraso baño M2 - *Alternaria alternata*

Antepecho M3 - *Trichoderma atroviride*

Triedro superior M4 - *Cladosporium* sp.

- *Trichoderma atroviride*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

4 habitantes: pareja joven (de alrededor de 35 años), dos hijos (una adolescente de 13 años y un niño de 9)

¿Cuánto tiempo pasan en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? Sí, pasan mucho frío por efecto de las ventanas poco estancas
- ¿falta de ventilación? No, ventilan mucho inclusive en invierno
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? No, solo cuando cocinan, por tratarse de un ambiente único lo que es cocina-comedor-estar, debido a que no se están evacuando correctamente los vapores producidos por cocción.
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretudo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire Acondicionado en dormitorios.

Estufa a Supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI, los hijos sufren alergias nasales

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones. NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Lorenzo Carnelli 1020 apto 303 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 4 de agosto de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento tipo dúplex de 2 dormitorios

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, c/ático sin ventilar, s/aislamiento térmico y con sobre techo de chapa ondulada Econopanel

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y estar-comedor), dado que la propietaria no estaba dispuesta a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_AA en dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

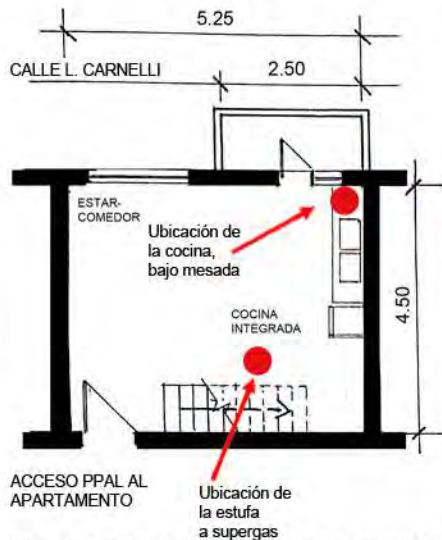


Fig. 11_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia

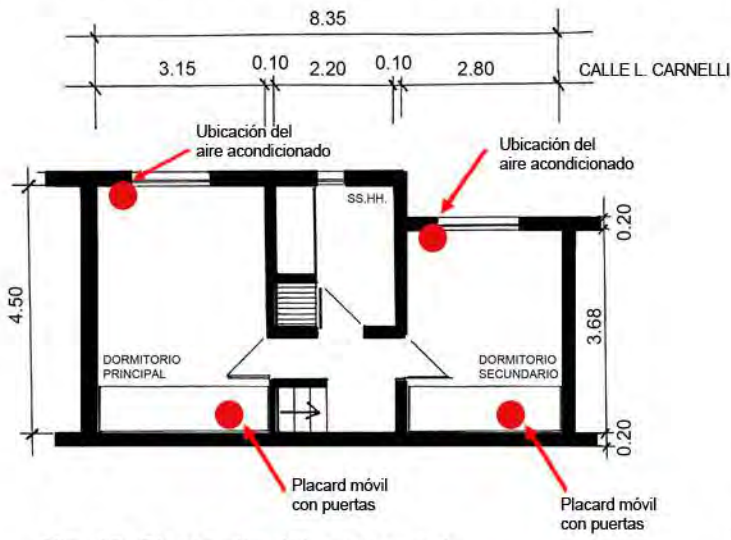
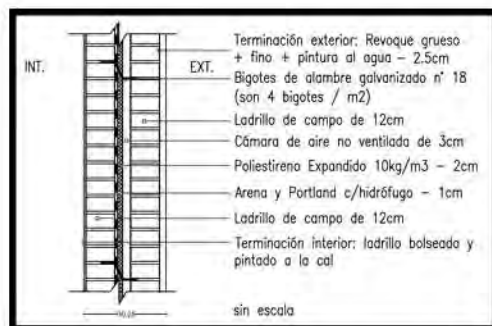


Fig. 12_Planta alta del apartamento
Fuente: elaboración propia





M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A

/ Plano Este = N/A

Plano Oeste = 47.82 °C

/ Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = \text{N/A}$

$tsX_{oeste} = 25.48^\circ\text{C}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = \text{N/A}$

$Q_{condoeste} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{condsur} = \text{N/A}$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

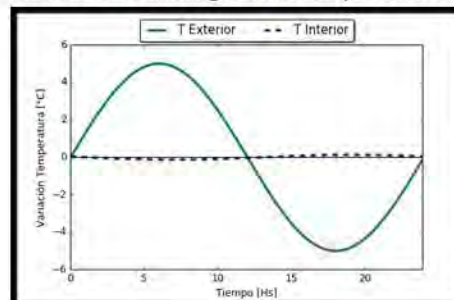
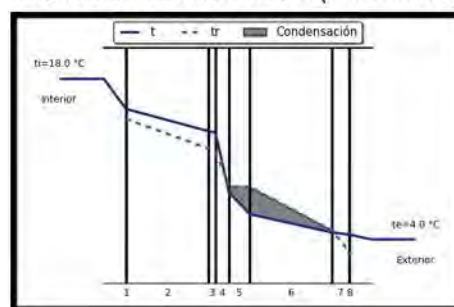


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

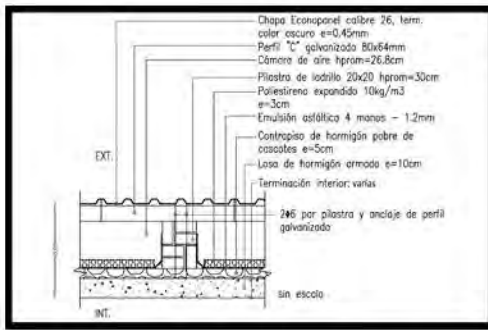
NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT 1150, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.



C1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa de hormigón armado maciza c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1337.51 Kg/m² (por pilastra de ladrillo) / 950.93 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.530 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por cámara}} = 0.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por pilastra}} = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por cámara}} = 606.20 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por pilastra}} = 992.38 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por cámara) = 9.78 Hs / ϕ (por pilastra) = 22.86 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.014 / μ (por pilastra) = 0.018

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	por câmara	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial		SI	NO		SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 60.19°C

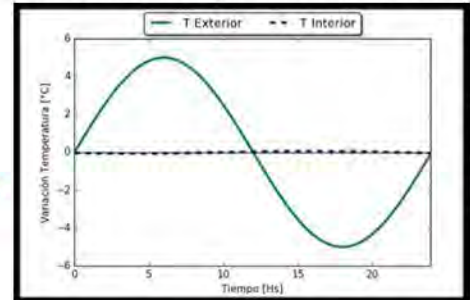
Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno	$ts_{\text{vert.}} = \text{N/A}$	verano	$ts_{\text{Xnorte}} = \text{N/A}$
	$ts_{\text{horiz.}} = 18.81^\circ\text{C}$		$ts_{\text{Xeste}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xoeste}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xsur}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xhoriz.}} = 25.92^\circ\text{C}$

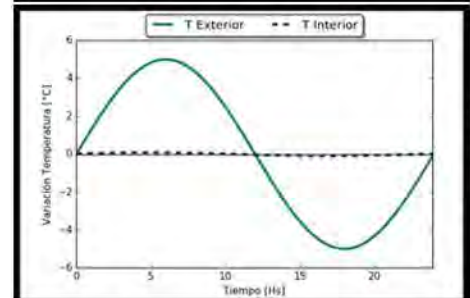
Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

invierno	$Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$	verano	$Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
	$Q_{\text{condhoriz.}} = 16.56 \text{ W/m}^2$		$Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condhoriz.}} = 58.86 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

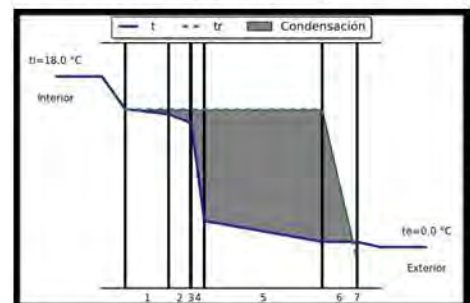


por cámara

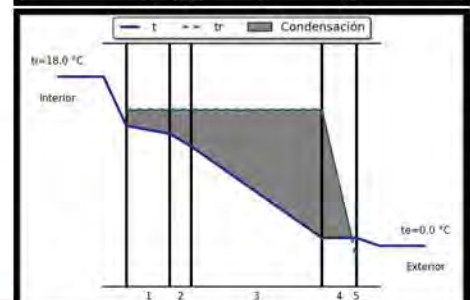


por pilastra

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por pilastra

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3349,78
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higrotérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinúa la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y ocasionar el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso nocturno)

Text = 11.0°C

HRExt = 93.6%

Tint = 17.0°C

HRint = 71%

CO2min = 4840 ppm

CO2max = 4900 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTANEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 04/08.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día de la auditoría, desprendió como valor máximo 4900 ppm, valor que se encuentra excediendo en casi 400% los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

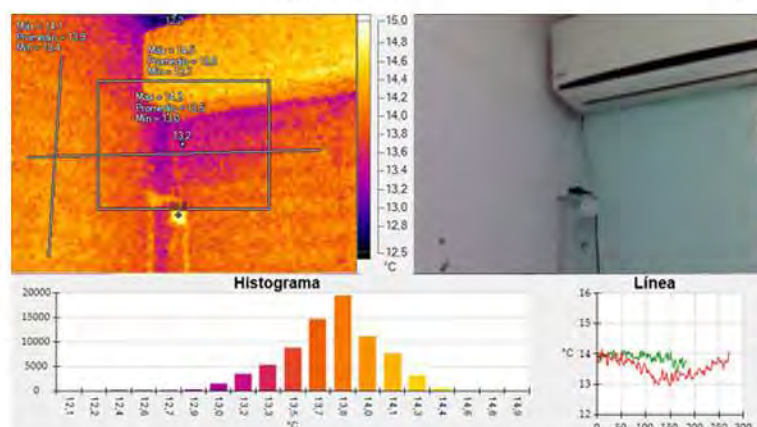
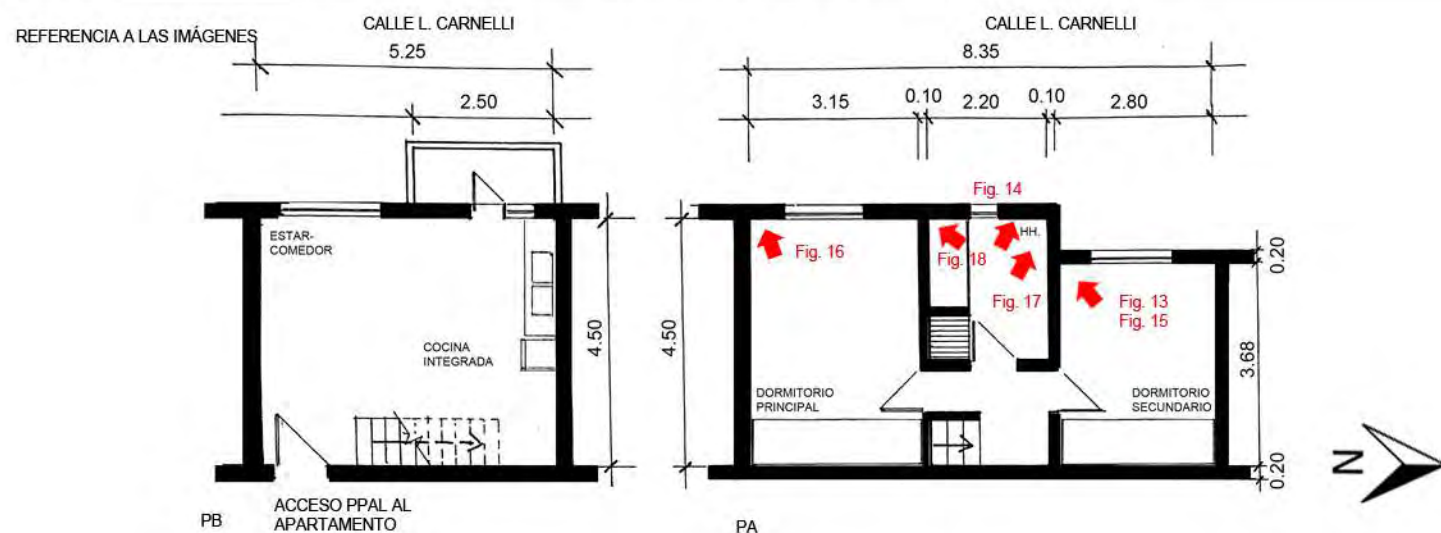


Fig. 13_Termograma e imagen real de diedro en dormit. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

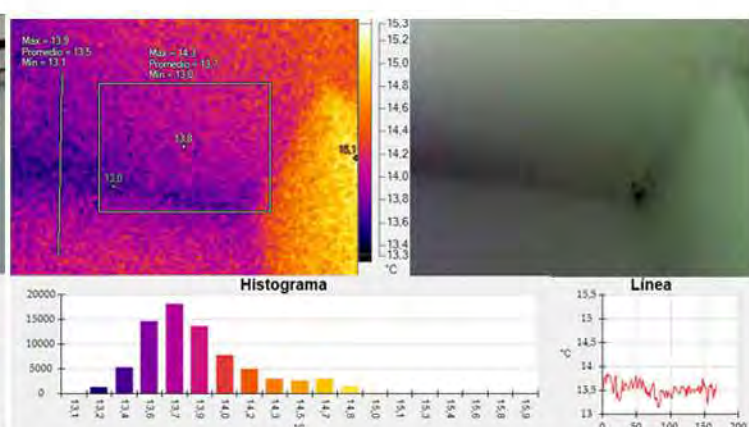


Fig. 14_Termograma e imagen real del cielorraso del baño
Fuente: imágenes tomadas por la autora

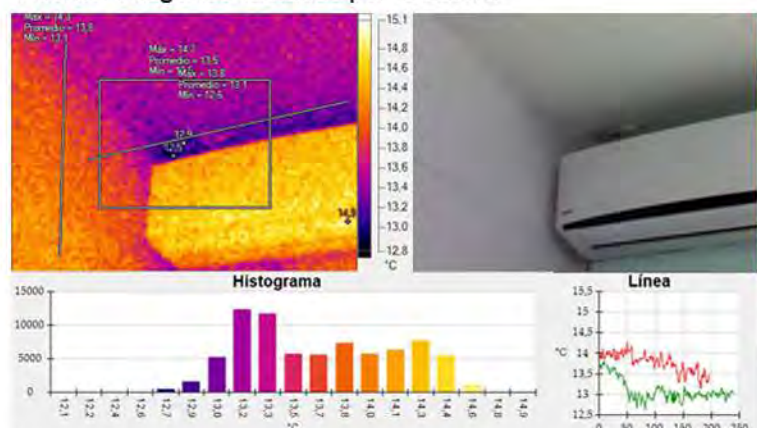


Fig. 15_Termograma e imagen real de filtración en dormi. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

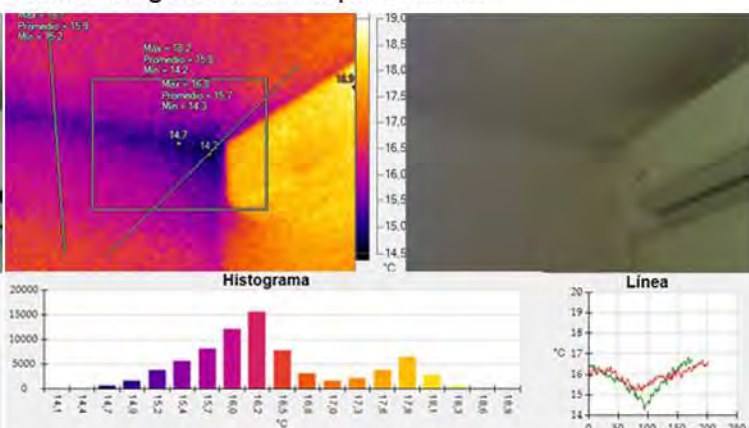


Fig. 16_Termograma e imagen real de triedro en dormit. ppal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

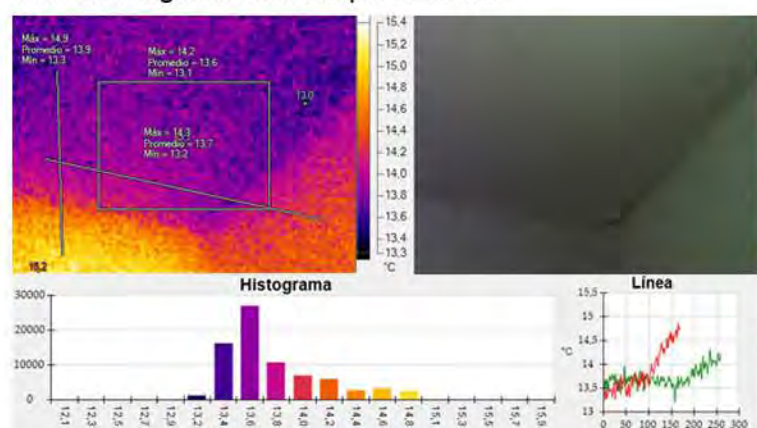


Fig. 17_Termograma e imagen real de cielorraso de baño
Fuente: imágenes tomadas por la autora

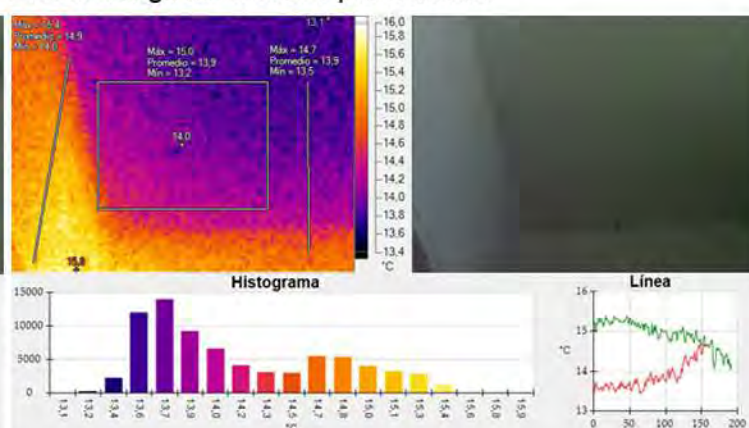


Fig. 18_Termograma e imagen real del cielorraso del baño sobre ducha
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 16 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales, de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.13 a 18).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 15 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 16, 17, 18), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad)

En zona puntual de ingreso de agua debida a una rotura accidental del canalón exterior de desagüe, no se evidencia humedad contenida en el sustrato del cerramiento, lo que indica que el agua que ingresa alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en ampollado de la pintura y manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 20)

PATOLOGIAS EDILICIAS (imágenes macroscópicas)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

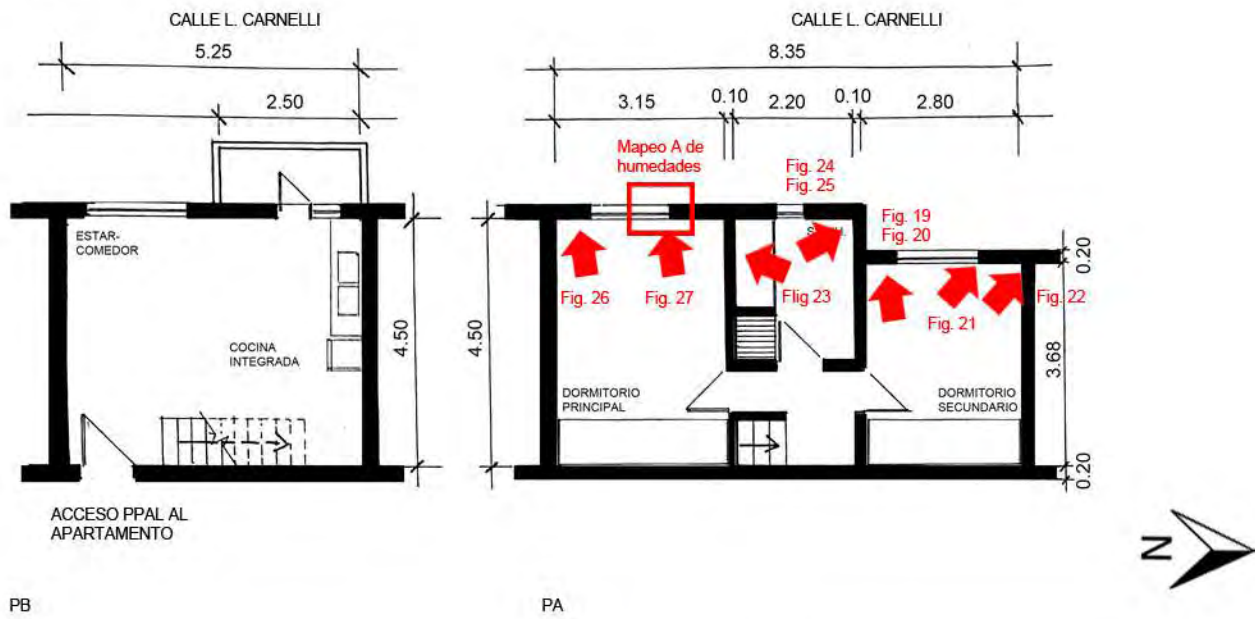


Fig. 19_Patología sobre AA en dormi. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. cielorraso sobre AA
Fuente: fotografía tomada por la autora

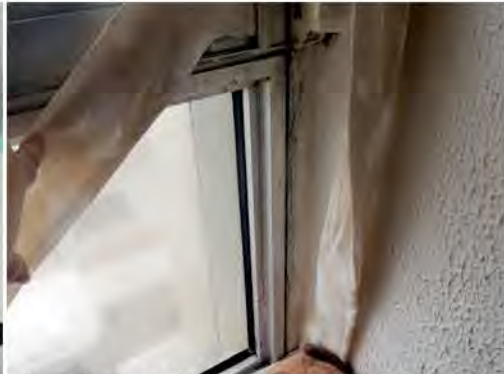


Fig. 21_Det. de marco de abertura
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Cielorraso de dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Det. cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Det. cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Cielorraso del dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Det. cielorraso dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

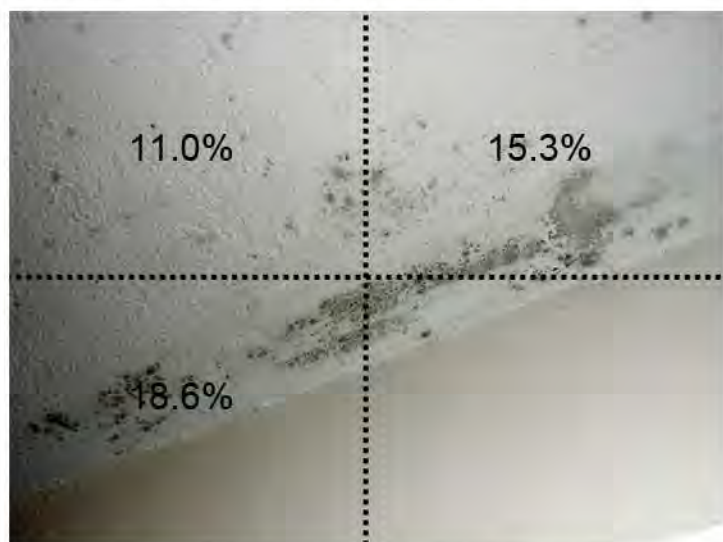


Fig. 28_Mapeo A de humedad en sector cielorraso de dormitorio principal

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

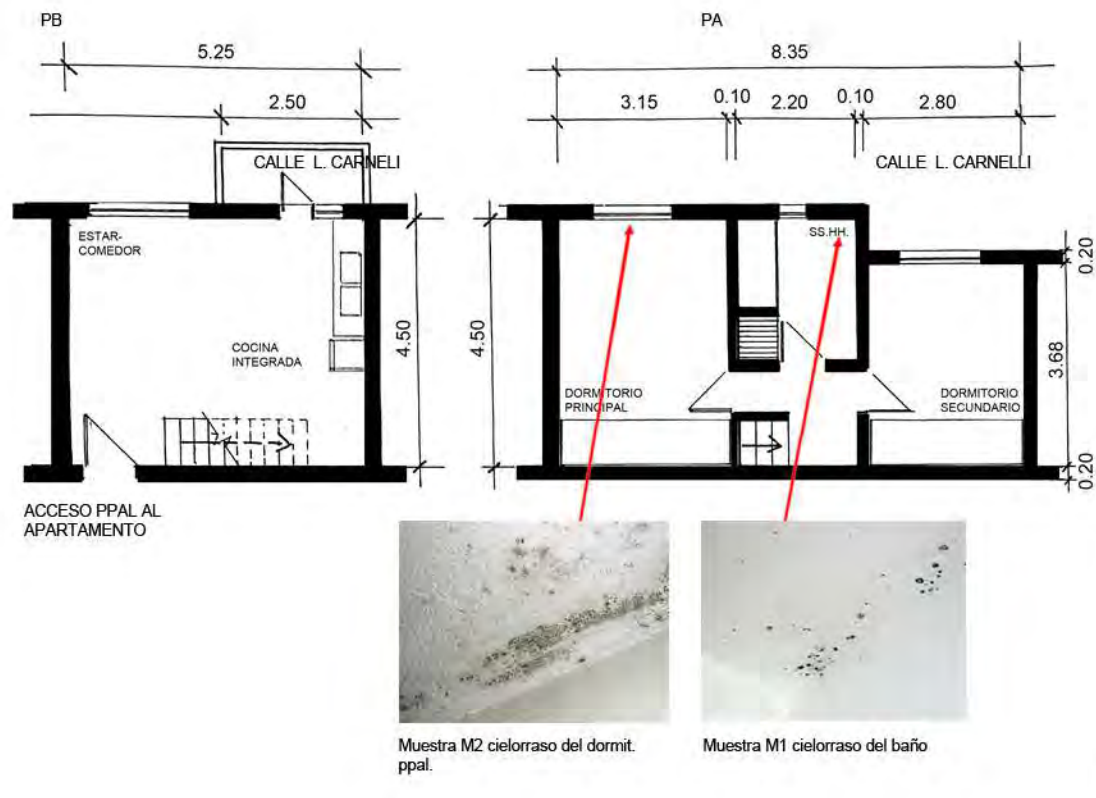


Fig. 29_Toma de muestra con hisopo estéril en baño (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 30_Detalle de cielorraso del baño (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 31_Toma de muestra con cinta en dormit. ppal. (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 32_Detalle de cielorraso del dormit. ppal. (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 33_*Penicillium chrysogenum* encontrado en el baño (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 34_*Cladosporium* sp. encontrado en el dormit. ppal. (M2)
Fuente: imagen propia



Fig. 40_ *Aspergillus versicolor* encontrado en el baño (M1)

Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso baño M1 - *Penicillium chrysogenum*

- *Aspergillus versicolor*

Dormitorio principal M2 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes: pareja joven (de alrededor de 30 años) y una beba (<1 año)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? NO
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no, aunque se percibe bastante falta de aire
- ¿se ventila la casa en invierno? Solo días puntuales en los que no hace demasiado frío

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, esto se ve aumentado por el hecho de tratarse de un ambiente único lo que es cocina-comedor-estar, debido a que no se están evacuando correctamente los vapores producidos por cocción, limpieza y procesos termorreguladores propios del ser humano. Los ambientes mas húmedos son los dormitorios en la planta alta
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretudo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire Acondicionado en dormitorios.

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Minas 1031 apto 302 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 4 de agosto de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento tipo dúplex de 2 dormitorios

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, c/ático sin ventilar, s/aislamiento térmico y con sobre techo de chapa ondulada Econopanel

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

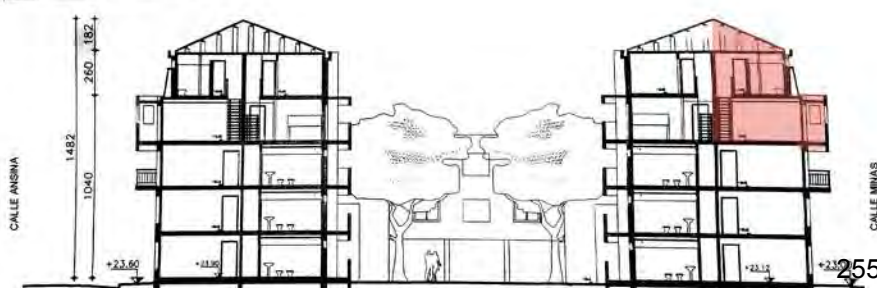
Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrado por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y estar-comedor), dado que la propietaria no estaba dispuesta a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Vista de la estufa a supergas
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora

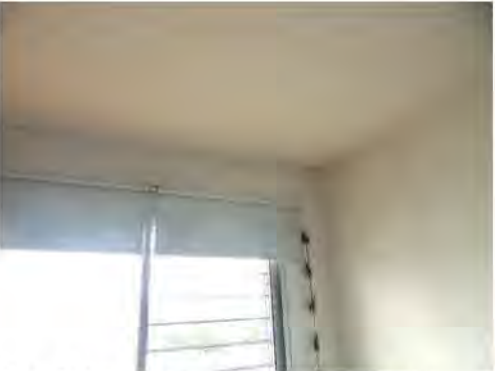


Fig. 8_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por the autora

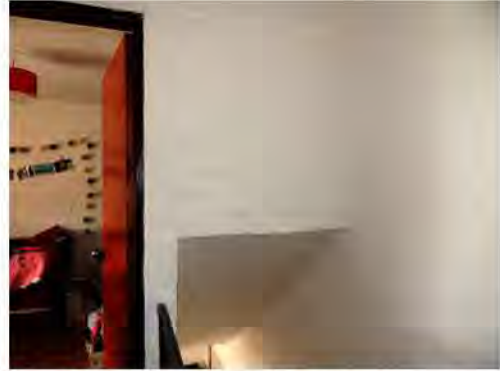


Fig. 10_Imagen parcial de escalera interior y acceso al dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso



Fig. 11_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia

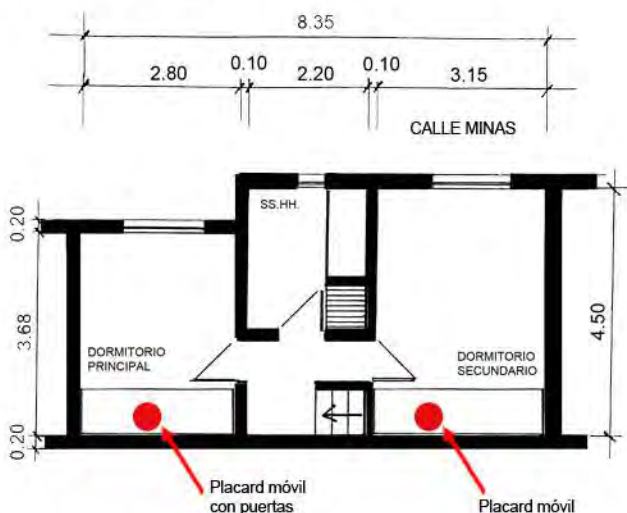
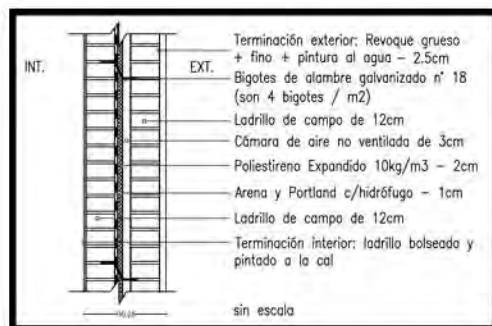


Fig. 12_Planta alta del apartamento
Fuente: elaboración propia





M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial SI **NO**

Intersticial **SI** NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 37.68°C

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno
tsnvert = 23.09°C
tsnhoriz. = N/A

verano
tsXnorte = N/A
tsXeste = 25.59°C
tsXoeste = N/A
tsXsur = N/A
tsXhoriz. = N/A

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno
Qcondvertical = 15.79 W/m²
Qcondhoriz. = N/A

verano
Qcondnorte = N/A
Qcondeste = 36.13 W/m²
Qcondoeste = N/A
Qcondsur = N/A
Qcondhoriz. = N/A

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

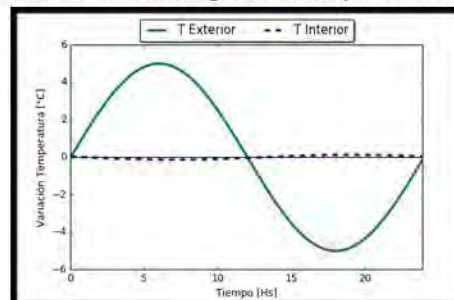
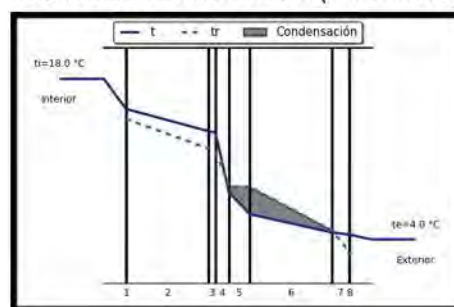


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

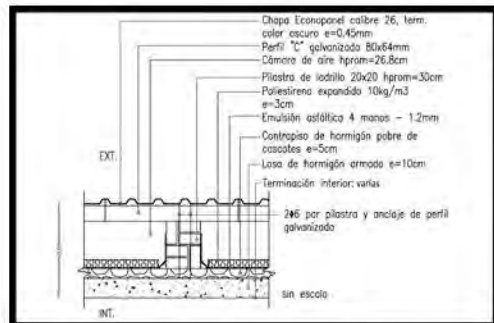
Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv)	SI	NO (ver) SI NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales. Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UR 457, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.



C1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa de hormigón armado maciza c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1337.51 Kg/m² (por pilastra de ladrillo) / 950.93 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.530 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por cámara}} = 0.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por pilastra}} = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por cámara}} = 606.20 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por pilastra}} = 992.38 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por cámara) = 9.78 Hs / ϕ (por pilastra) = 22.86 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.014 / μ (por pilastra) = 0.018

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial	SI	NO	por pilastra	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 60.19°C

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno $t_{\text{snvert.}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{snhoriz.}} = 18.81^\circ\text{C}$

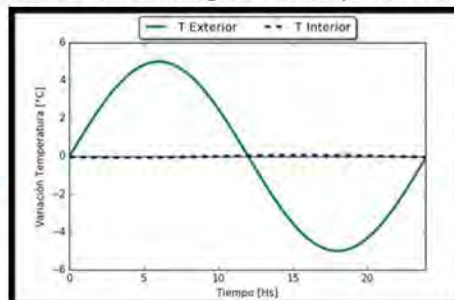
verano $t_{\text{sx norte}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx este}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx oeste}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx sur}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx horiz.}} = 25.92^\circ\text{C}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

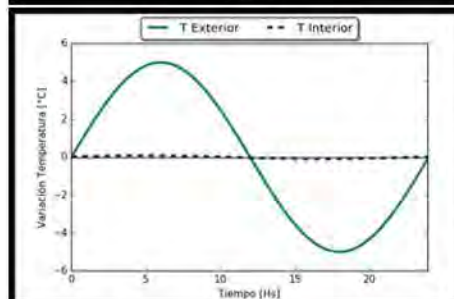
invierno $Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 16.56 \text{ W/m}^2$

verano $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 58.86 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

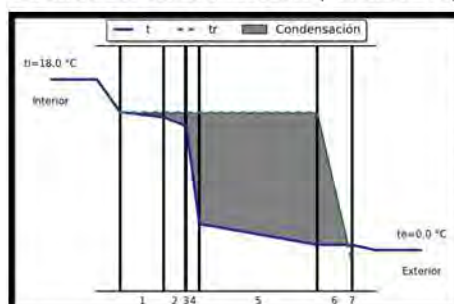


por cámara



por pilastra

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por pilastra

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3349,78
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09 SI NO
Cumple con Norma UNIT 1150 SI NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv) SI NO (ver) SI NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higrotérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinúa la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y ocasionar el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso nocturno)

Text = 11.0°C

HRExt = 93.6%

Tint = 17.7°C

HRint = 66%

CO2min = 1370 ppm

CO2max = 1580 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 04/08.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día auditado, desprendió como valor máximo 1580 ppm, valor que se encuentra excediendo en más de un 50% los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

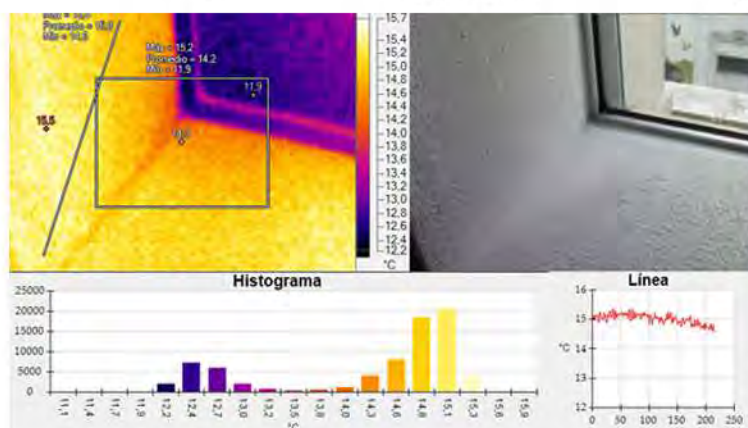


Fig. 13_Termograma e imagen real de mocheta inferior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

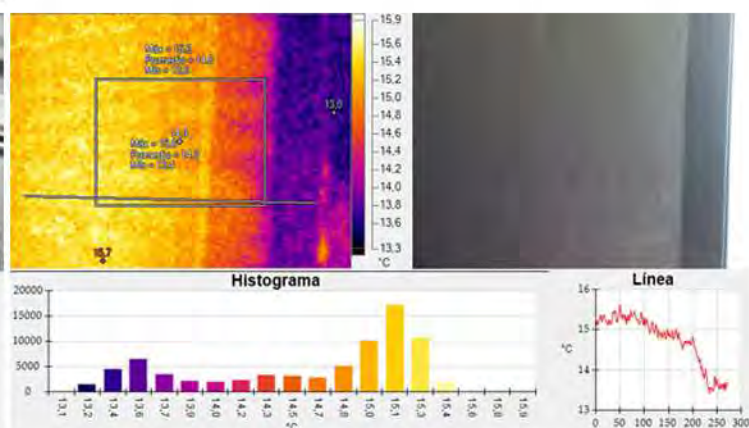


Fig. 14_Termograma e imagen real de pared exterior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

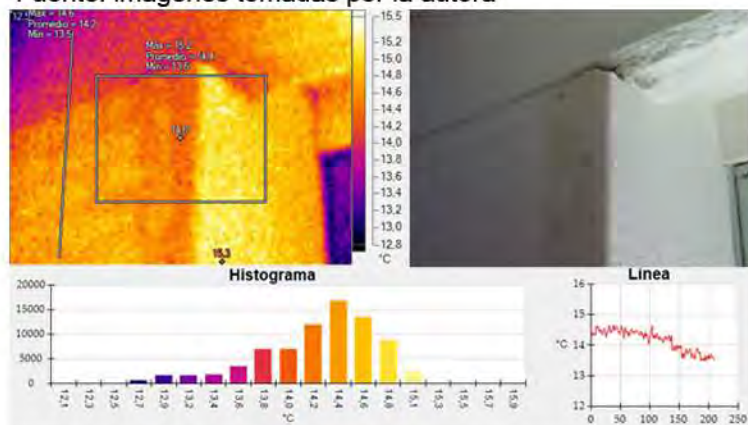


Fig. 15_Termograma e imagen real de mocheta superior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

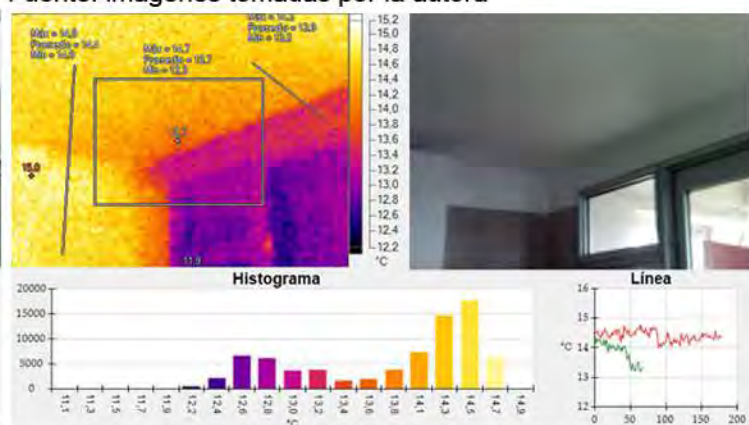


Fig. 16_Termograma e imagen real de cielorraso de cocina
Fuente: imágenes tomadas por la autora

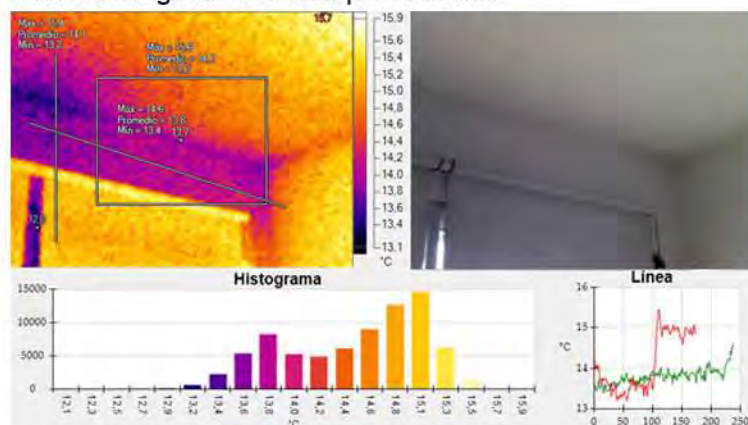


Fig. 17_Termograma e imagen real de triedro de estar-comedor
Fuente: imágenes tomadas por la autora

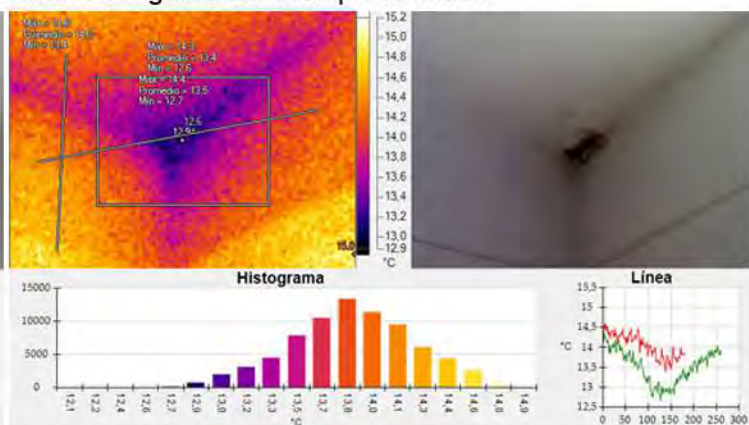


Fig. 18_Termograma e imagen real de triedro del dormitorio principal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

OBSERVACIONES DE LOS TERMOGRAMAS

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 18 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.13 a 18).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 17 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 15, 17, 18), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad)

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que no hay humedad debida a filtraciones puntuales o accidentes en instalaciones.

En zona puntual de ingreso de agua debida a filtración puntual por abertura (que son poco estancas en este sentido y además pueden estar mal selladas, o con el material de sello envejecido), no se evidencia humedad contenida en el sustrato de las moquetas, lo que indica que el agua que ingresa alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en "alisado" de la pintura texturada y manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 13)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

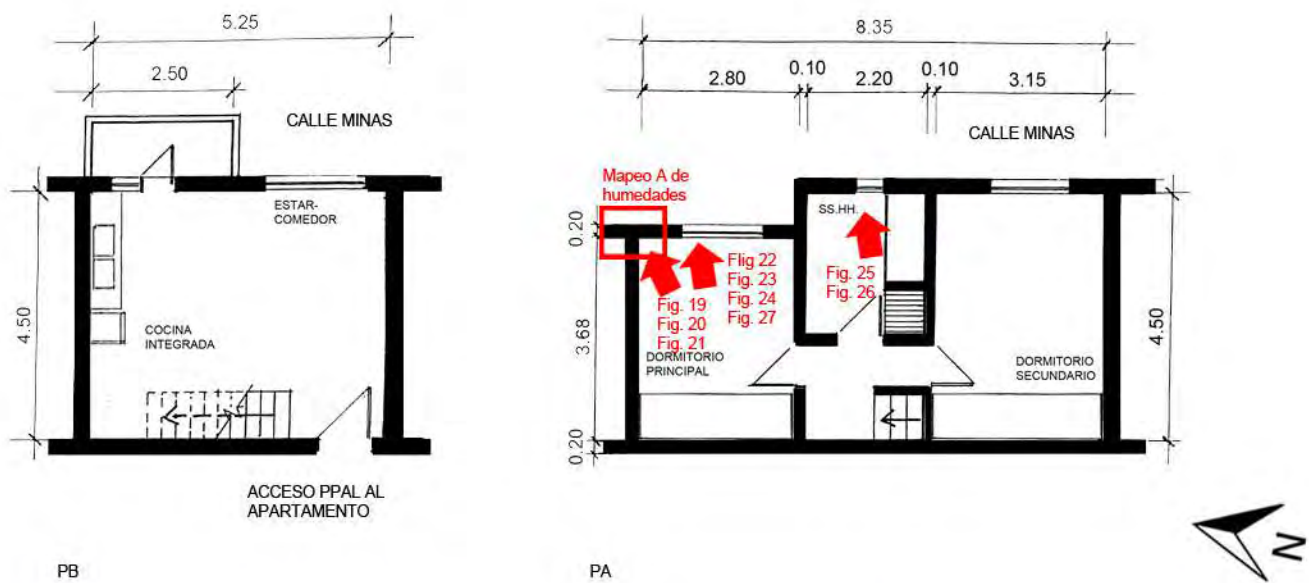


Fig. 19_Dormitorio ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. triedro dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Det. mohos en triedro dorm. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. cielorraso de dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Mocheta abertura dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Det. mocheta
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Det. cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Det. mocheta abertura dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

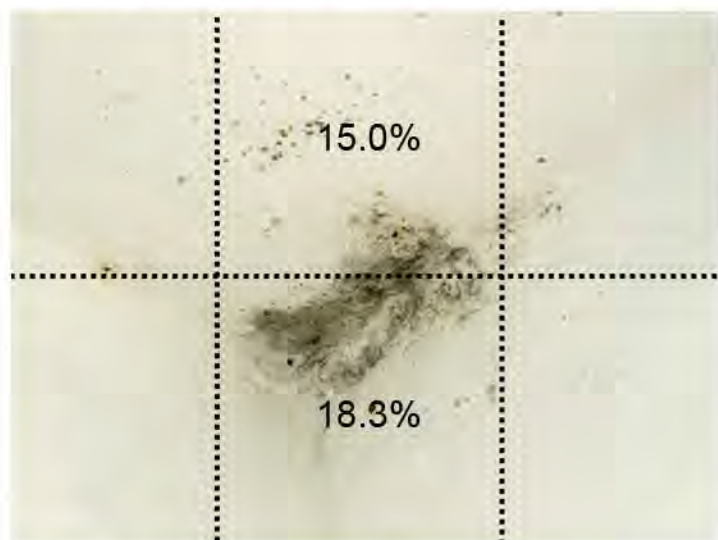


Fig. 28_Mapeo A de humedad en sector cielorraso de dormitorio principal

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

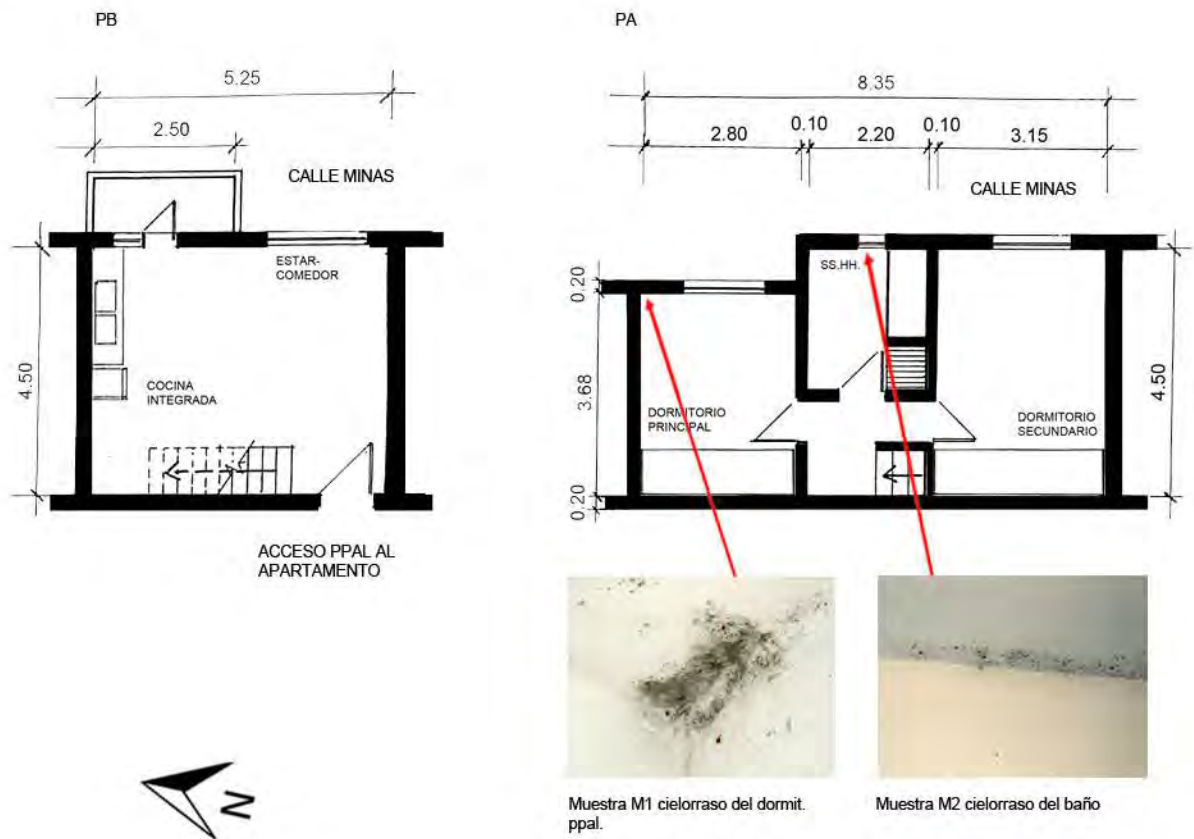


Fig. 29_Preparación de hisopo estéril para tomar la muestra
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 30_Toma de muestra c/hisopo estéril en cielorraso del dormit. ppal. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 31_Det. de cielorraso del dormit. ppal. (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 32_Toma de muestra c/hisopo estéril en cielorraso del dormit. ppal. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora

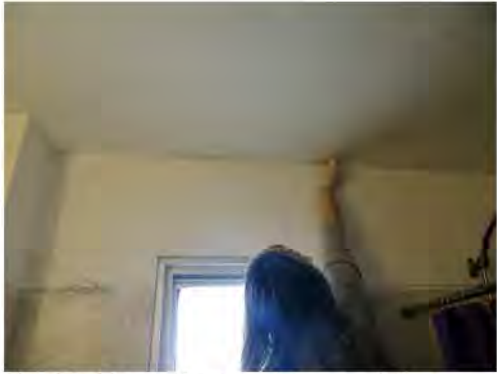


Fig. 33_Toma de muestra con cinta en el baño (M2)
Fuente: imagen propia de la autora

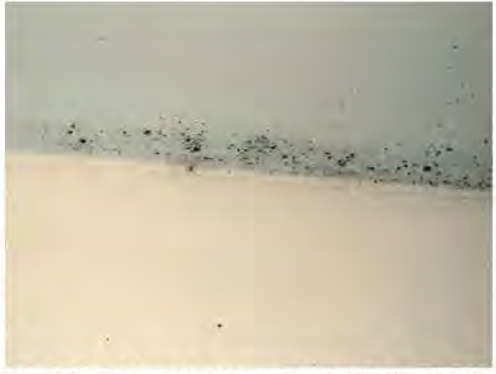


Fig. 34_Det. del cielorraso del baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 35_ Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 36_ *Cladosporium* sp. encontrado en el baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37_ *Penicillium chrysogenum* encontrado en el dormit. ppal. (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 38_ *Penicillium crustosum* encontrado en el baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso dormitorio ppal. M1 - *Penicillium chrysogenum*

Cielorraso baño M2 - *Penicillium crustosum*

- *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

2 habitantes: una mujer joven (de alrededor de 35 años) y una niña (de alrededor de 10 años)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? SI
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí, todos los días en la mañana y a última hora

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? No, las usuarias dicen que son ambientes normales desde ese punto de vista
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretudo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Ansina 1024 apto 302 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 11 de agosto de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento tipo dúplex de 2 dormitorios

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, c/ático sin ventilar, s/aislamiento térmico y con sobre techo de chapa ondulada Econopanel

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

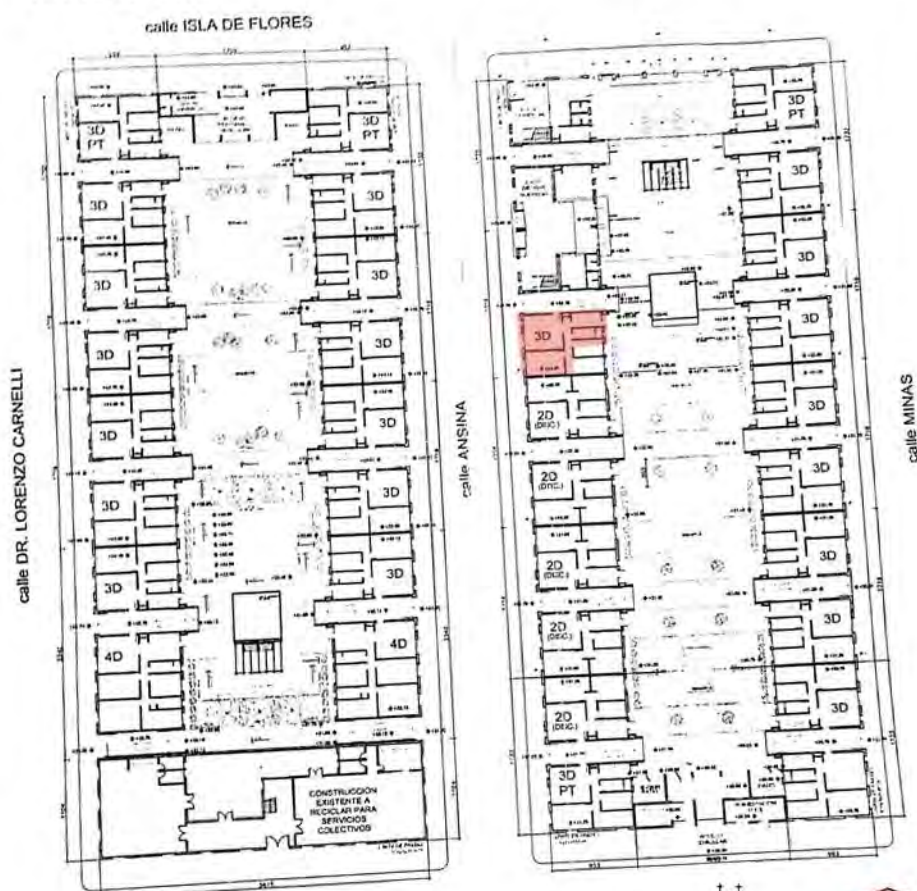
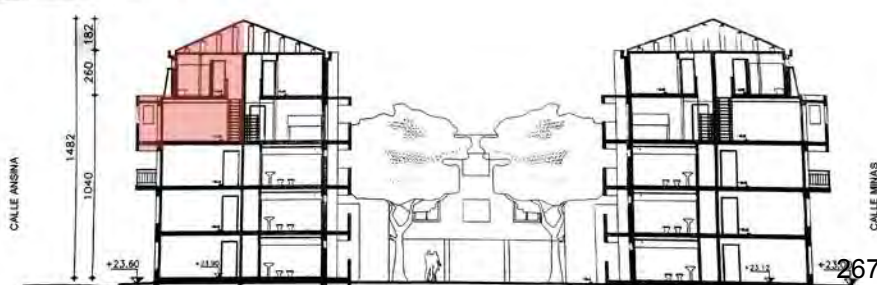


Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y estar-comedor), dado que el propietario no estaba dispuesto a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Dormitorio secundario
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora

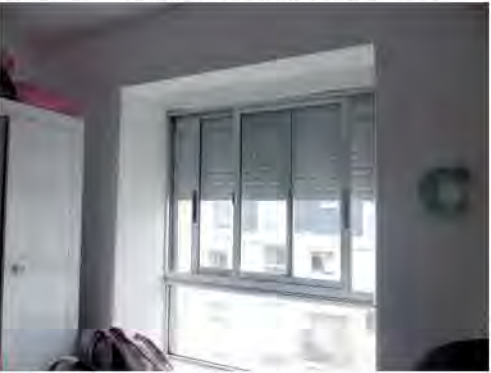


Fig. 8_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Aire acondicionado en dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso



Fig. 11_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia

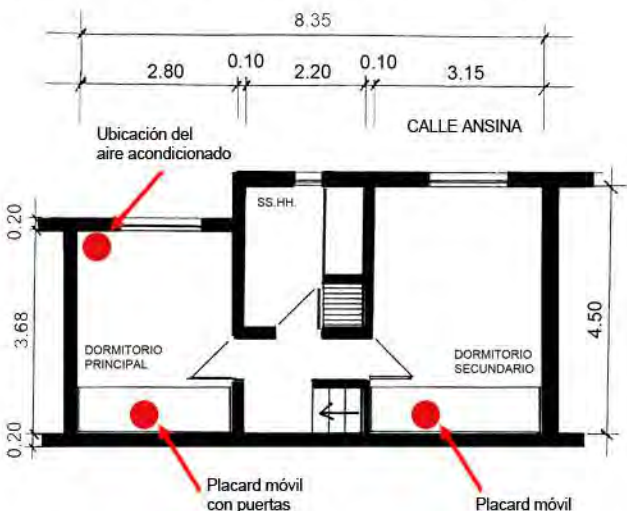
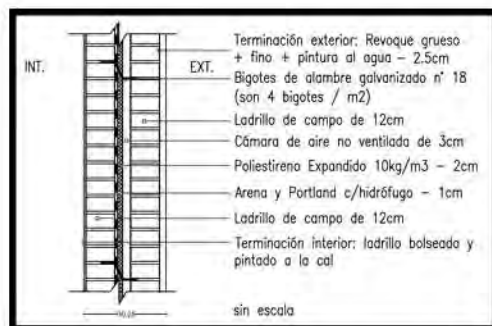


Fig. 12_Planta alta del apartamento
Fuente: elaboración propia





M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según

UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = 47.82 °C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = \text{N/A}$

$tsX_{oeste} = 25.48^\circ\text{C}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = \text{N/A}$

$Q_{condoeste} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{condsur} = \text{N/A}$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

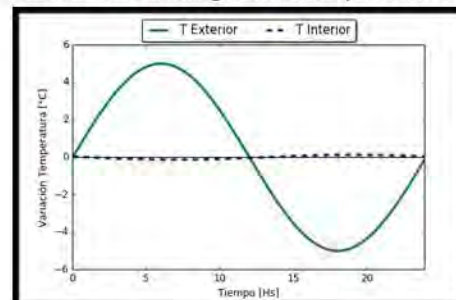
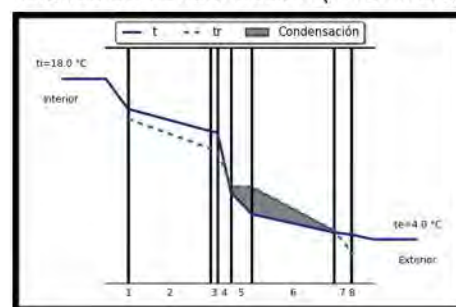


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

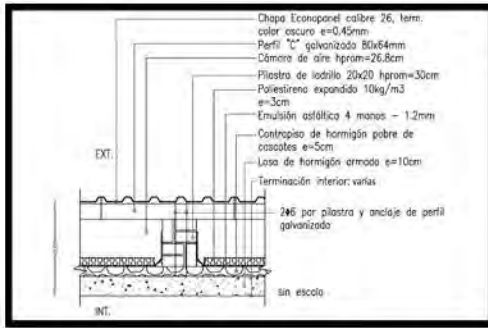
NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma URPP, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.



C1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa de hormigón armado maciza c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1337.51 Kg/m² (por pilastra de ladrillo) / 950.93 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.530 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por cámara}} = 0.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por pilastra}} = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por cámara}} = 606.20 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por pilastra}} = 992.38 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por cámara) = 9.78 Hs / ϕ (por pilastra) = 22.86 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.014 / μ (por pilastra) = 0.018

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	por cámara	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial		SI	NO		SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 60.19°C

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno
 $ts_{\text{vert.}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{horiz.}} = 18.81^\circ\text{C}$

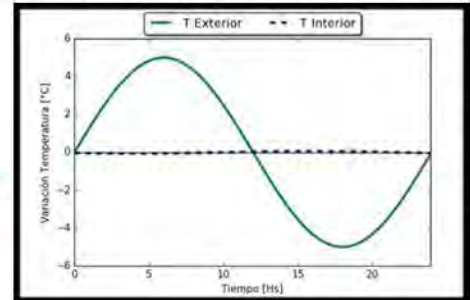
verano
 $ts_{\text{Xnorte}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xeste}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xoeste}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xsur}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xhoriz.}} = 25.92^\circ\text{C}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

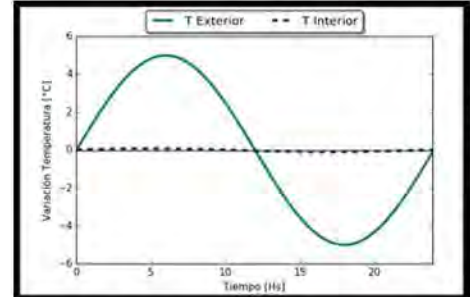
invierno
 $Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 16.56 \text{ W/m}^2$

verano
 $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 58.86 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

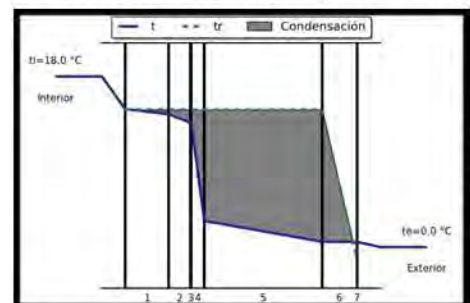


por cámara

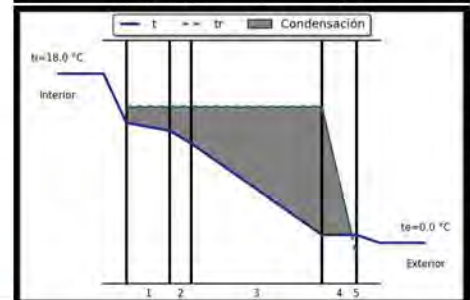


por pilastra

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por pilastra

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3349,78
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI NO

Cumple con Norma IRAM 11605 (inv)

SI

NO

(ver) SI

NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higrotérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinúa la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y ocasionar el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso nocturno)

Text = 11.0°C

HRExt = 87.7%

Tint = 18.4°C

HRint = 66%

CO2min = 718 ppm

CO2max = 850 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 11/08.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día auditado, desprendió como valor máximo 850 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

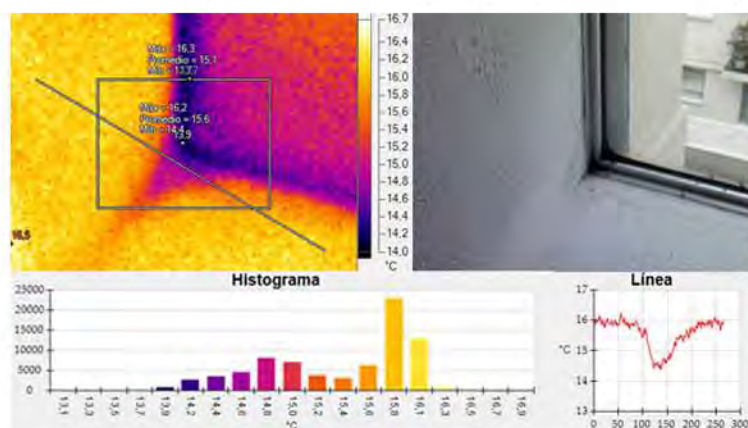
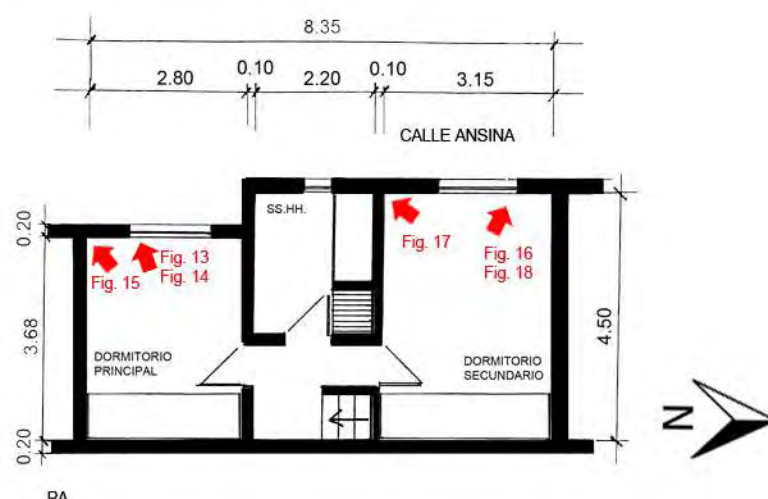
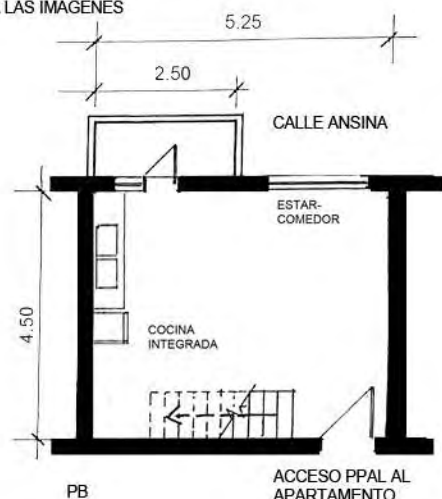


Fig. 13_Termograma e imagen real de mocheta inferior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

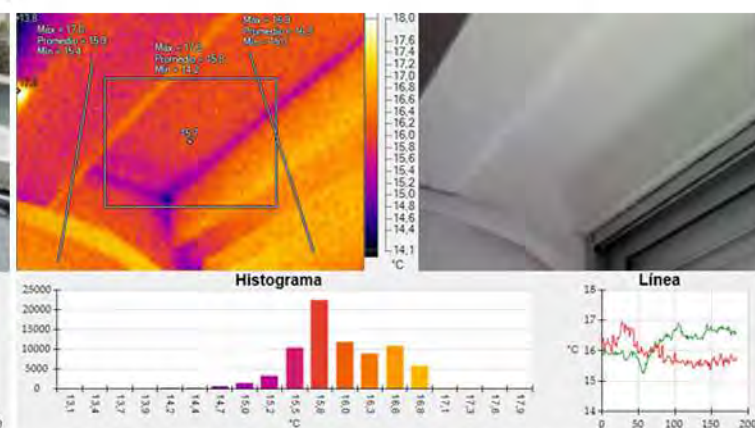


Fig. 14_Termograma e imagen real de mocheta superior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

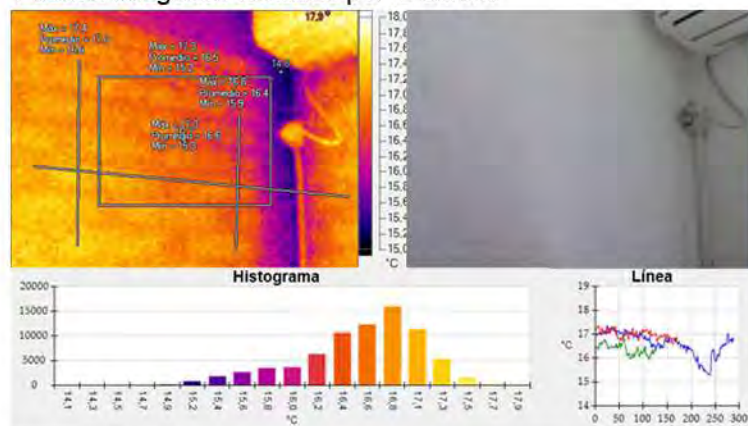


Fig. 15_Termograma e imagen real de pared de dormit. ppal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

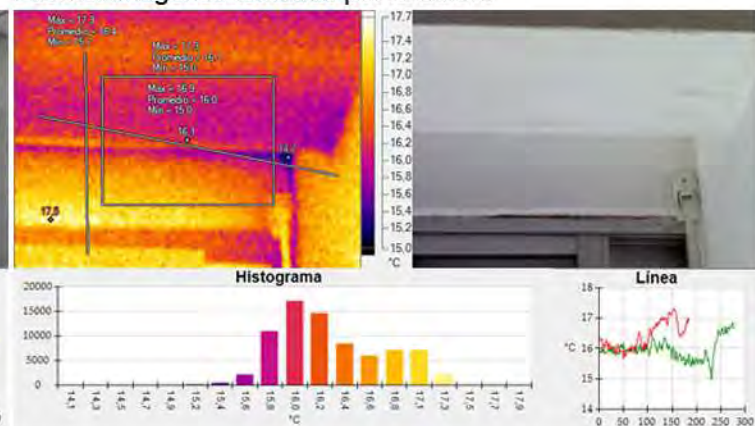


Fig. 16_Termograma e imagen real de dintel en dormit. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

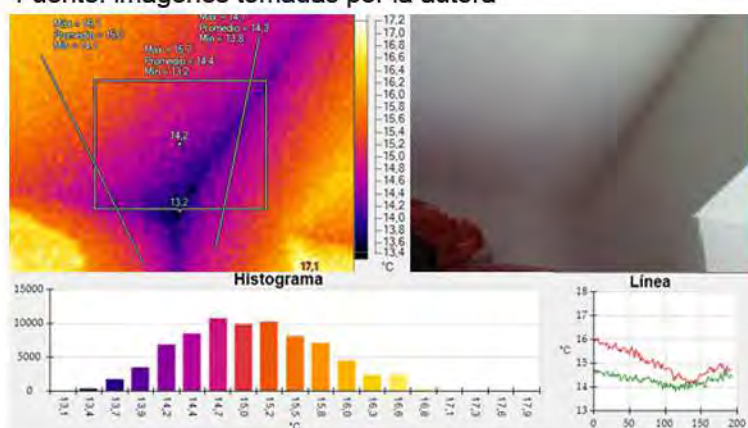


Fig. 17_Termograma e imagen real de cielorraso de dormit. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

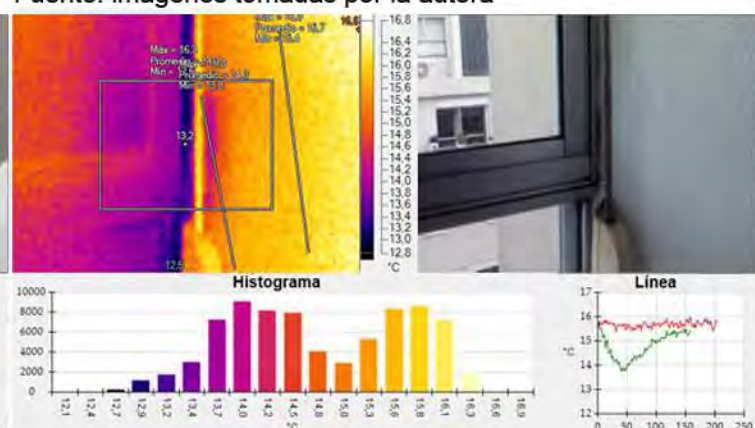


Fig. 18_Termograma e imagen real de carpintería de abertura en dormit. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 17 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales, de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs. 13, 14, 17 y 18).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 18 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 13, 14, 17), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad). Otra observación interesante es el puente térmico constructivo que se genera por el mortero de toma de los ladrillos macizos de las paredes que están solo bolseadas y pintadas (Fig. 15).

En zona puntual de ingreso de agua debida a filtración puntual por abertura (que son poco estancas en este sentido y además pueden estar mal selladas, o con el material de sello envejecido), no se evidencia humedad contenida en el sustrato de las mochetas, lo que indica que el agua que ingresa alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en ampollado de la pintura y manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 13 y 19). A pesar de ello, la cantidad de agua que ingresa es suficiente para generar las condiciones ideales para que lleguen a proliferar hongos.

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

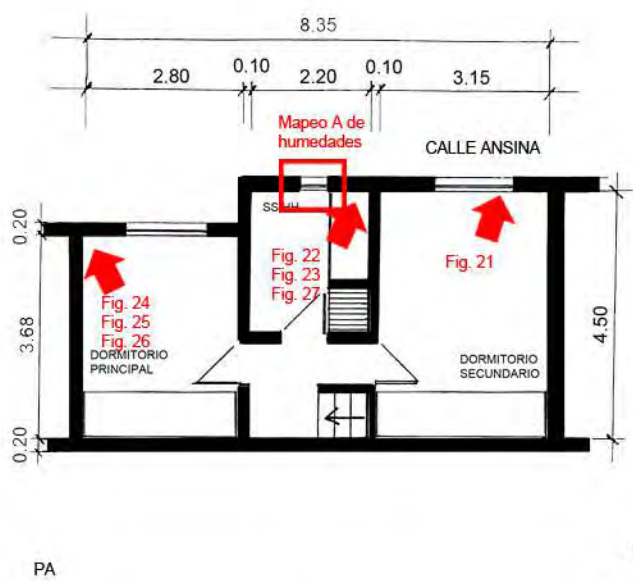


Fig. 19_Det. mohos en mocheta
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. dintel de dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Det. mohos en mocheta dorm. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. mohos en baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Det. mohos sobre AA en dorm. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Cielorraso del sobre AA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Det. mohos en tomacorriente de AA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Det. mohos en baño
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

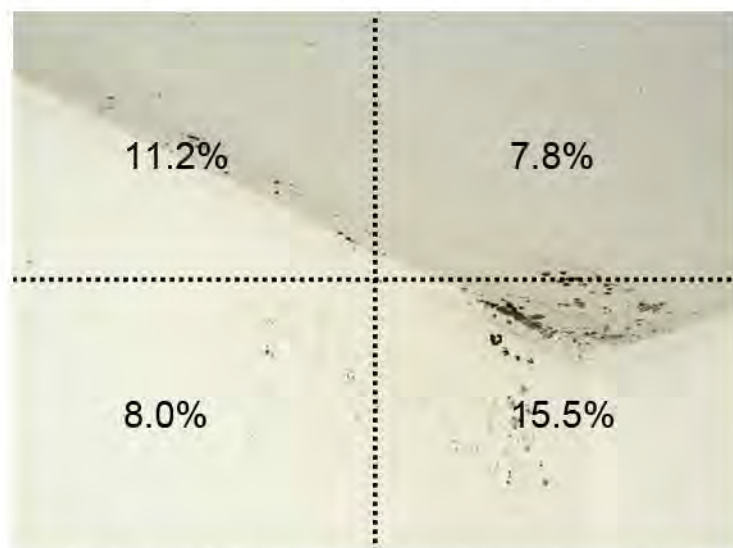


Fig. 28_Mapeo A de humedad en sector cielorraso del baño

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

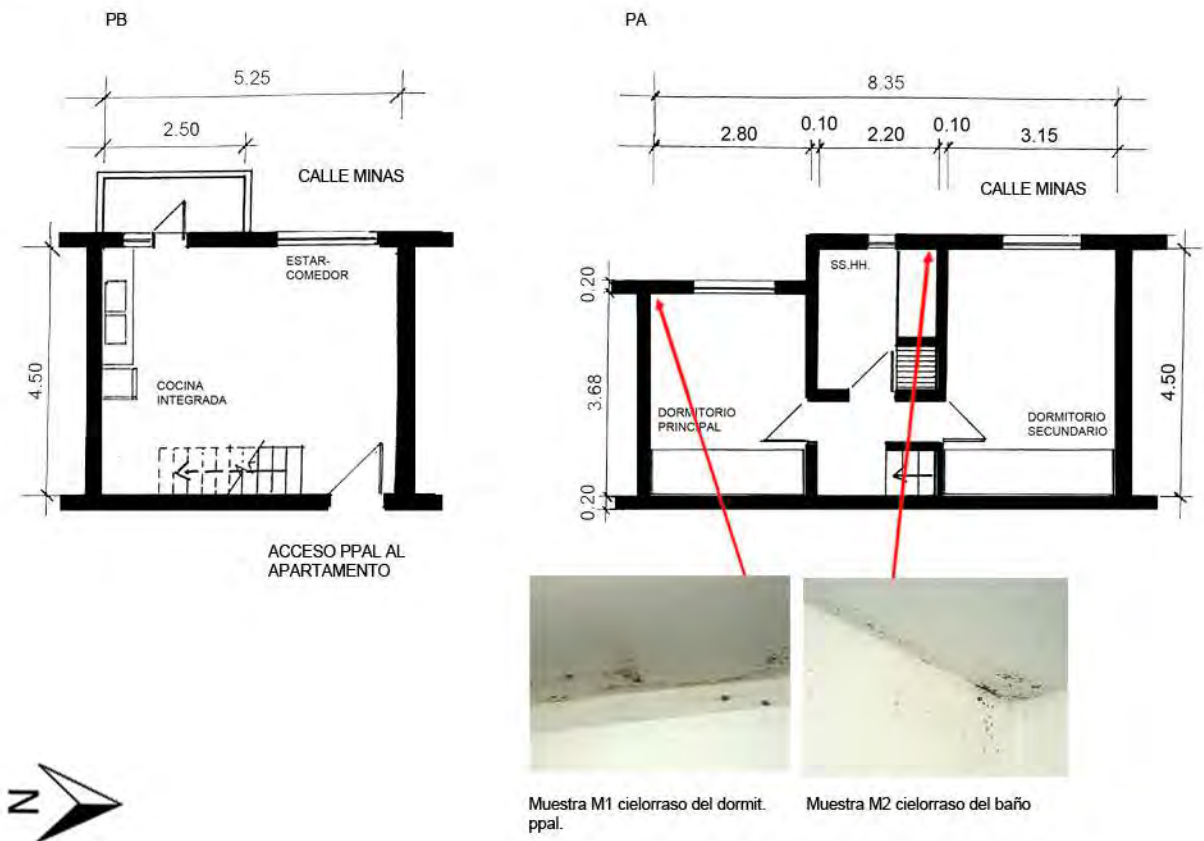


Fig. 29_Preparación de hisopo estéril para tomar la muestra
Fuente: imagen propia de la autora

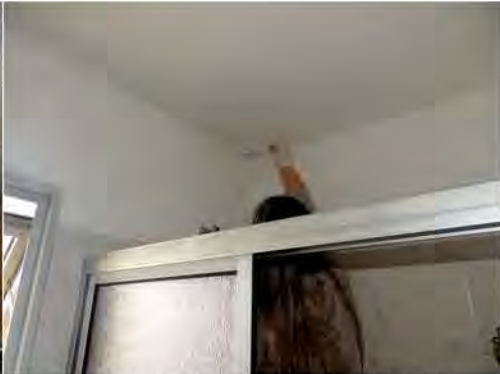


Fig. 30_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso del baño (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 31_Toma de muestra con cinta en cielorraso de baño (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 32_Det. de triedro enmohecido en baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 33_Toma de muestra con hisopo estéril en el dormit. ppal. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 34_Det. del cielorraso del dormit. ppal. sobre AA (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso baño M2 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes: una pareja joven (de alrededor de 35 años) y una niña (menor de 2 años)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? SI
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí, todos los días

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, esto se ve aumentado por el hecho de tratarse de un ambiente único lo que es cocina-comedor-estar, debido a que no se están evacuando correctamente los vapores producidos por cocción, limpieza y procesos termorreguladores propios del ser humano. Los ambientes mas húmedos son los dormitorios en la planta alta
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretudo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire acondicionado en dormitorio principal

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

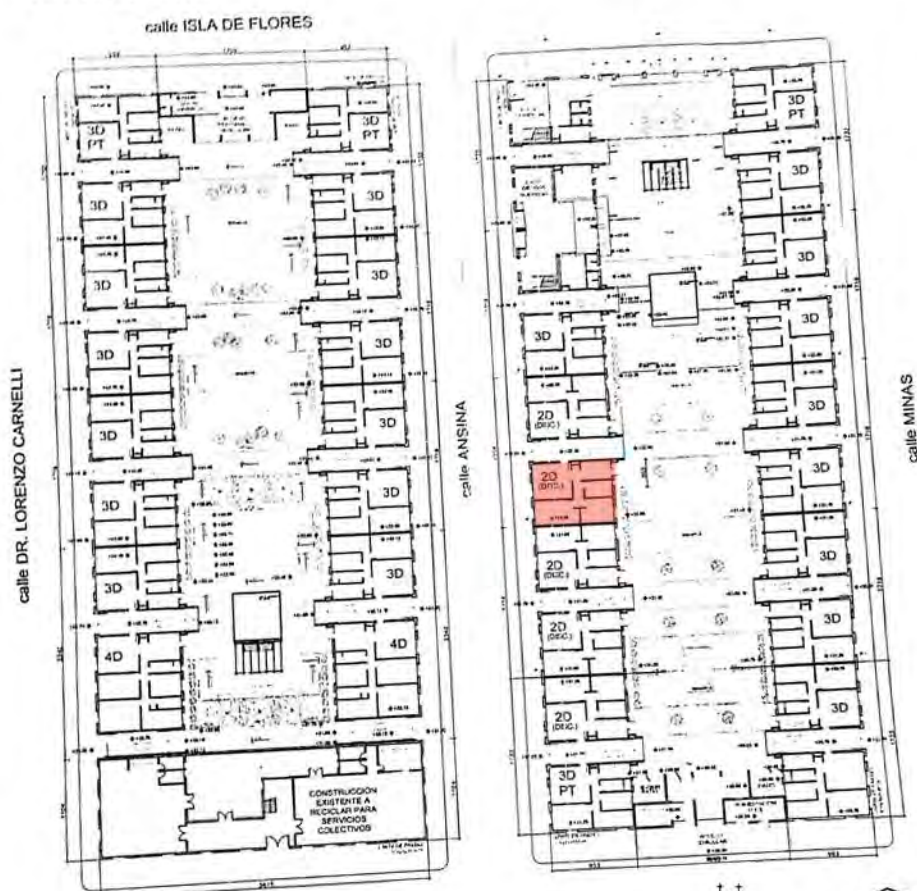


Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia, con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018

LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y estar-comedor), dado que el propietario no estaba dispuesto a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial de la fachada ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Imagen parcial de pared exterior
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial de fach. dormi. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen de antepecho de dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen cielorraso de dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Triedro del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

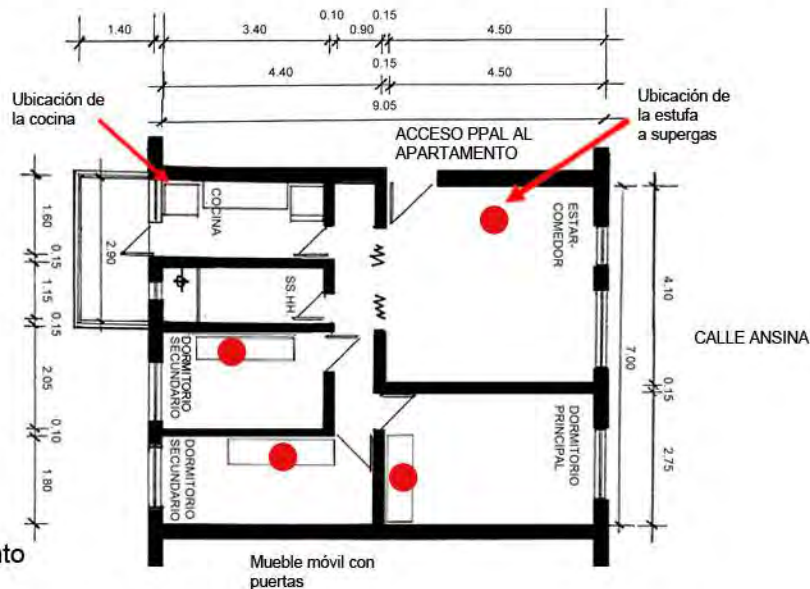
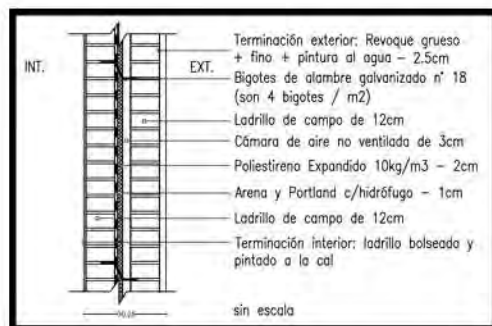


Fig. 11_Planta del apartamento
Fuente: elaboración propia



M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 41.19 °C

Plano Oeste = 47.82 °C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = 25.59^\circ\text{C}$

$tsX_{oeste} = 25.48^\circ\text{C}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = 36.13 \text{ W/m}^2$

$Q_{condoeste} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{condsur} = \text{N/A}$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

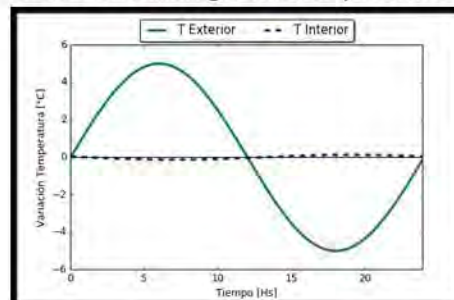
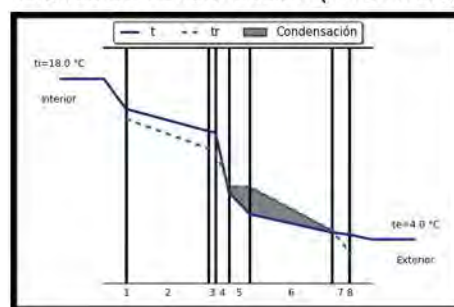


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso diurno)

Text = 11.0°C

HRExt = 87.7%

Tint = 19.1°C

HRint = 62%

CO2min = 1660 ppm

CO2max = 2350 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

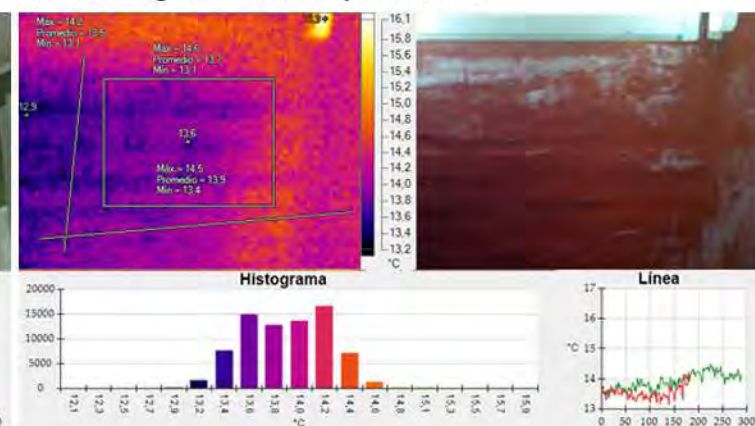
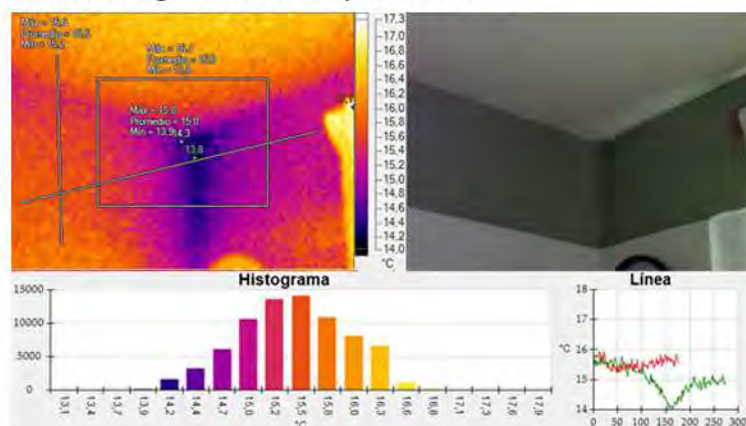
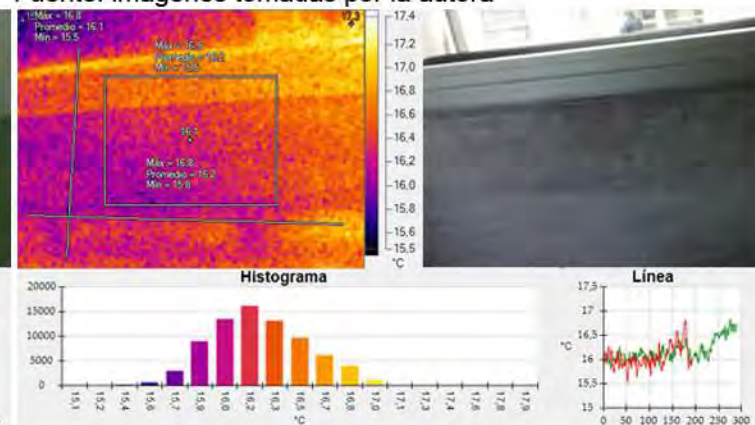
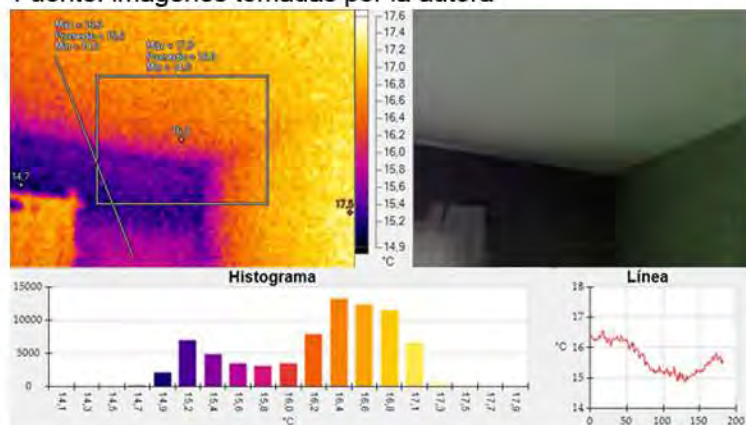
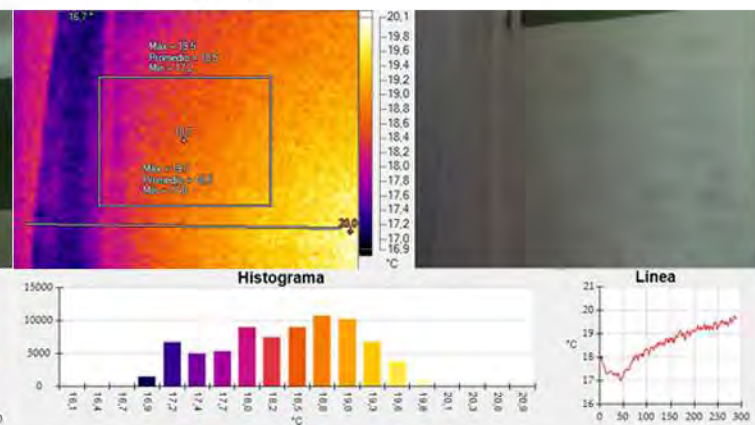
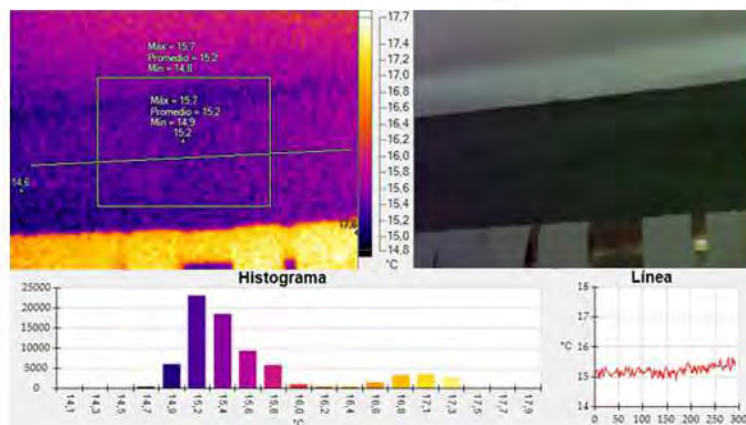
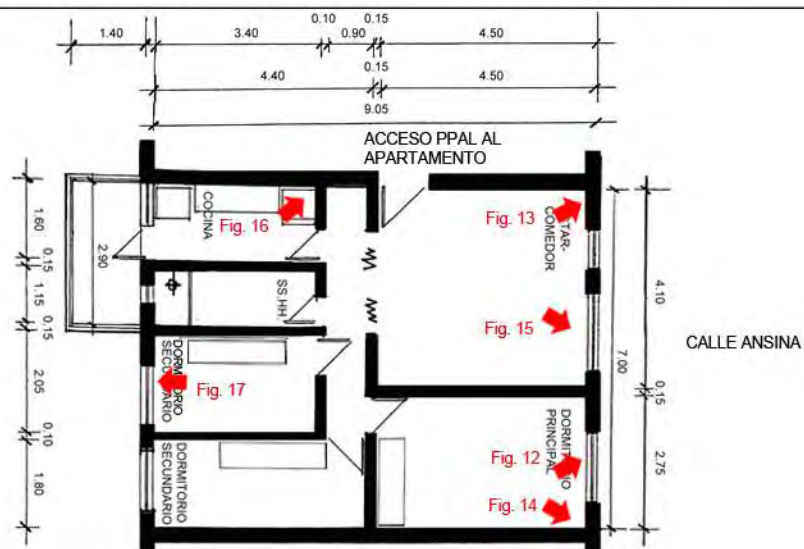
Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 11/08.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día de la auditoría, desprendió como valor máximo 2350 ppm, valor que se encuentra excediendo en más de un 100% los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES



OBSERVACIONES DE LOS TERMOGRAMAS

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 16 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs. 14, 15 y 16).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 14 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C .

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 14, 15, 16), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad). Otra observación interesante son los puentes térmicos constructivos que se generan por el mortero de toma de los ladrillos macizos de las paredes que están solo bolseadas y pintadas (Fig. 17)

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que no hay humedad debida a filtraciones puntuales o accidentes en instalaciones.

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

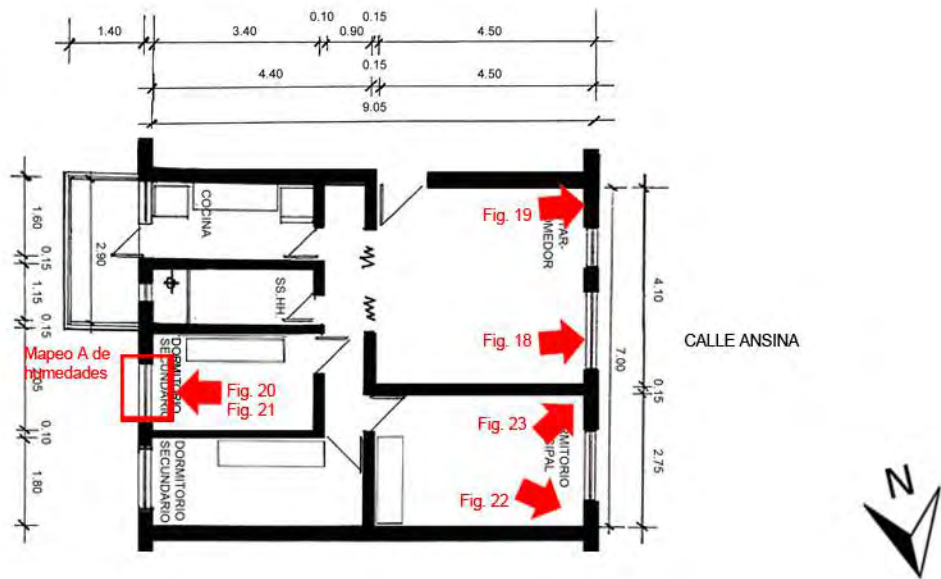


Fig. 18_Det. mohos en antepecho
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 19_Det. pared exterior enmohecida
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Mohos en antepecho dorm. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Det. mohos en antepecho
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. mohos en cielorraso domi. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. mohos en cielorraso dormi. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

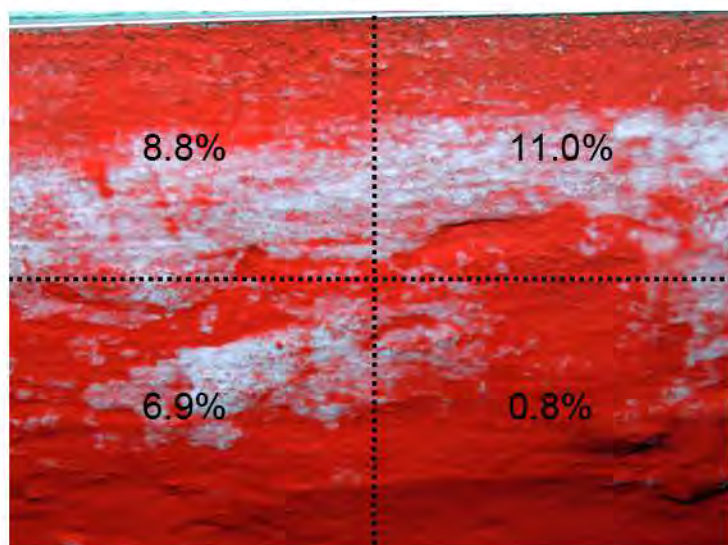


Fig. 24_Mapeo A de humedad en sector antepecho de dormitorio secundario

Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

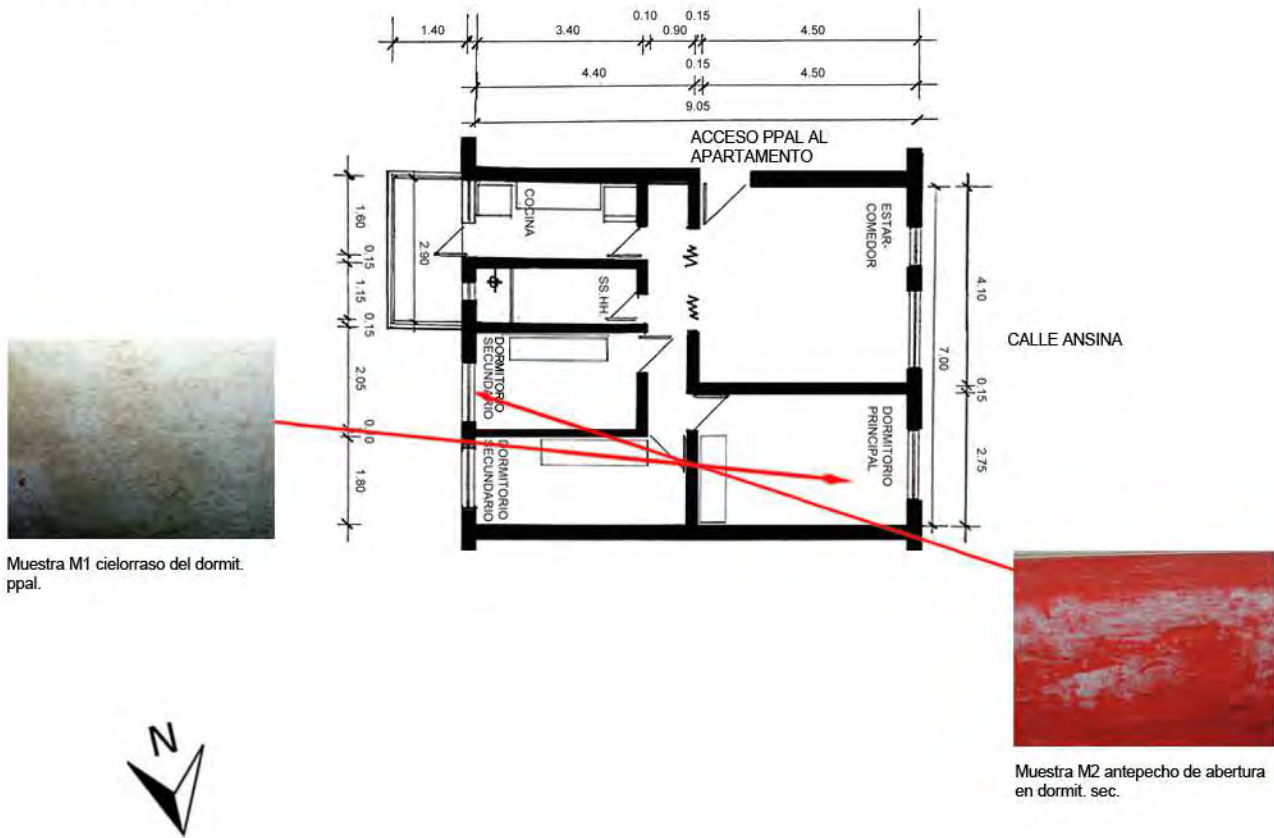


Fig. 25_Toma de muestra con hisopo estéril en dormitorio secundario (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 26_Toma de muestra con cinta en antepecho del dormit. sec. (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 27_Det. de antepecho de abertura en dormit. sec. (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora

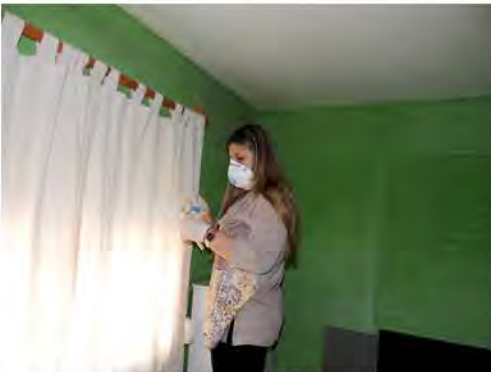


Fig. 28_Preparación de hisopo estéril para tomar muestra en dormit. ppal. (M12)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 29_Toma de muestra con hisopo en el dormit. ppal. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora

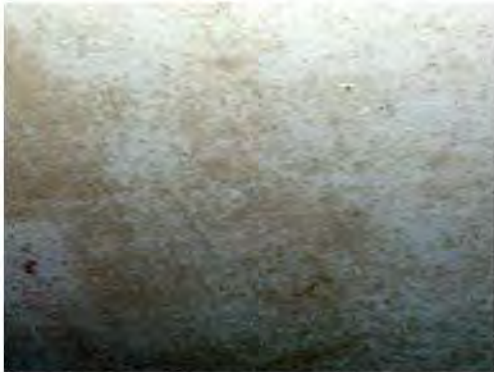


Fig. 30_Det. del cielorraso del dormit. ppal. (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 31_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 32_*Cladosporium* sp. encontrado en los dormitorios ppal. y sec. (M1 y M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 33_*Penicillium chrysogenum* encontrado en dormitorio ppal (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso dormitorio ppal. M1 - *Cladosporium* sp.
- *Penicillium chrysogenum*
Antepecho dormitorio sec. M2 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes: una pareja adulta (de alrededor de 50 años) y una niña (menor de 5 años)

Eventualmente se queda a dormir una segunda hija de alrededor de 30 años con su bebé de meses

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? NO
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? NO

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí,
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretudo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

NO

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del edificio

Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista de la fachada principal del edificio en estudio

Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: José Ellauri 1324 apto 102 - Barrio Pocitos Nuevo**FECHA DE LA EVALUACIÓN:** 12 de agosto de 2018**DESCRIPCIÓN:** apartamento de 3 dormitorios + 2 baños**CONSTRUCCIÓN:** tradicional: muro de doble hoja de ladrillo hueco s/cámara, s/aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** 1980**GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):**

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

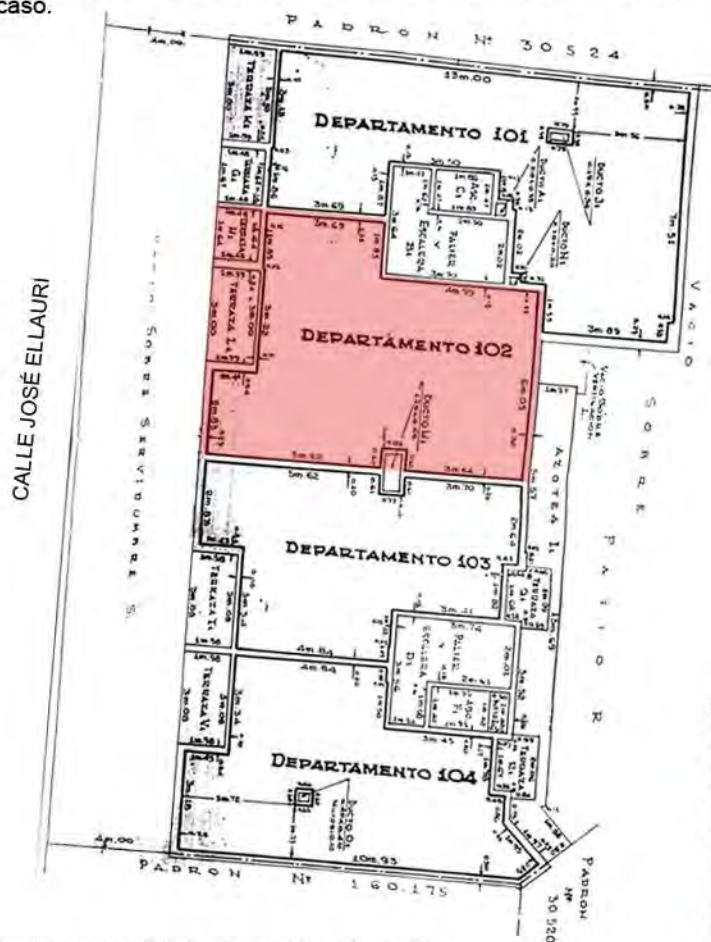


Fig. 3_ Planta general del primer piso de ambas torres y fachada con la ubicación del apartamento en estudio

Fuente: gráfico suministrado por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del apartamento en estudio

Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas "delicados", en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda.



Fig. 5_Living

Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Estar-comedor

Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Det. del aire acond. en living

Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Terraza cerrada

Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Cocina

Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Lavadero

Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 11_Baño principal

Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 12_Baño secundario

Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 13_Radiador en dormitorio sec.

Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTA DE LA VIVIENDA (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

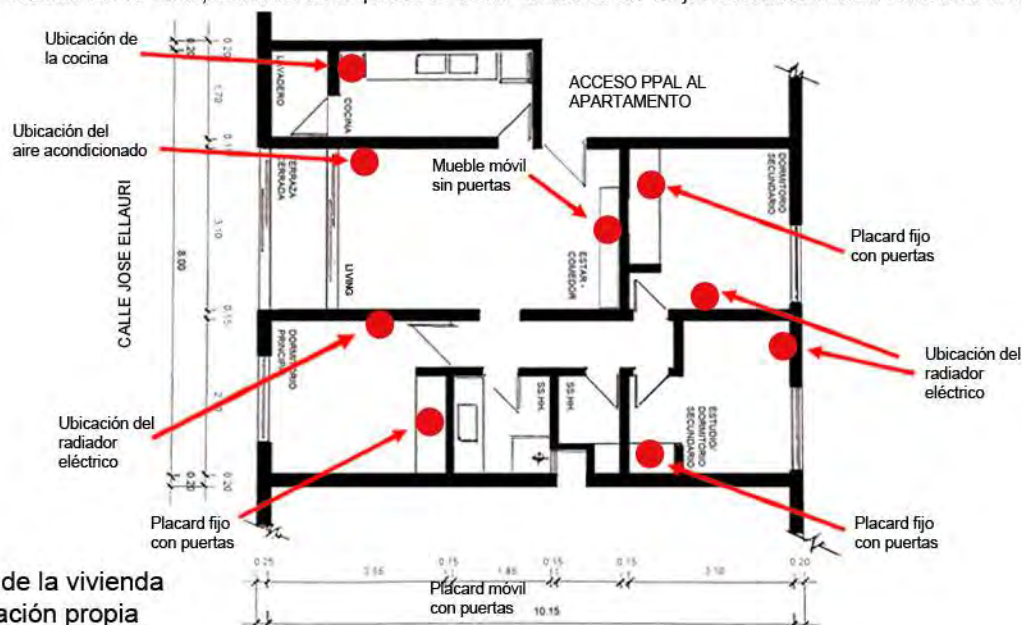


Fig. 14_Planta de la vivienda

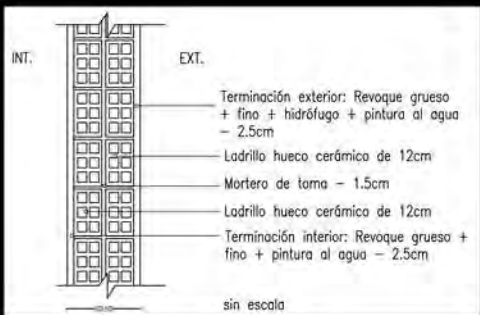
Fuente: elaboración propia



M2

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL**CERRAMIENTO (TIPO):** homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior**CERRAMIENTO (POSICIÓN):** vertical**DESCRIPCIÓN:** muro de doble hoja de ladrillo hueco s/cámara y s/aislamiento térmico; term. int. y ext. revoque pintadoMasa = 329.7 Kg/m²

Espesor = 0.305 m

**PERFIL TERMO-ENERGÉTICO**Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$$U = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$$U_m = \text{N/A}$$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$$CT = 329.7 \text{ KJ/m}^2\text{K}$$

Retardo Térmico [Hs]

$$\phi = 9.99 \text{ Hs}$$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$$\mu = 0.069$$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NOIntersticial **SI** NOCorrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$$U_c = \text{N/A}$$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 54.12°C

Plano Oeste = 60.16°C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno
tsnvert = 18.69°C
tsnhoriz. = N/A

verano
tsXnorte = N/A
tsXeste = 26.63°C
tsXoeste = 26.71°C
tsXsur = N/A
tsXhoriz. = N/A

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno
Qcondvertical = 25.80W/m²
Qcondhoriz. = N/A

verano
Qcondnorte = N/A
Qcondeste = 46.74W/m²
Qcondoeste = 46.85W/m²
Qcondsur = N/A
Qcondhoriz. = N/A

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

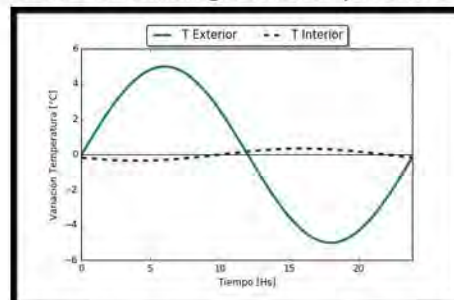
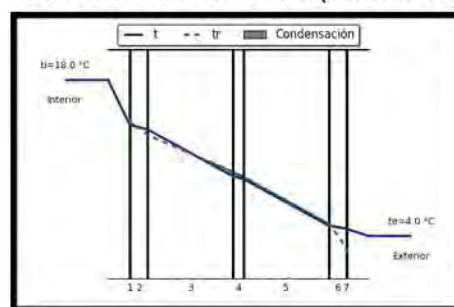


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3371,06
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09 SI NO
Cumple con Norma UNIT 1150 SI NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv) SI NO (ver) SI NO

Posible riesgo de condensación tanto superficial como intersticial en todo el espesor del muro. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos huecos, con el consecuente desmedro de los materiales.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso diurno)

Text = 9.0°C

HRExt = 93.5%

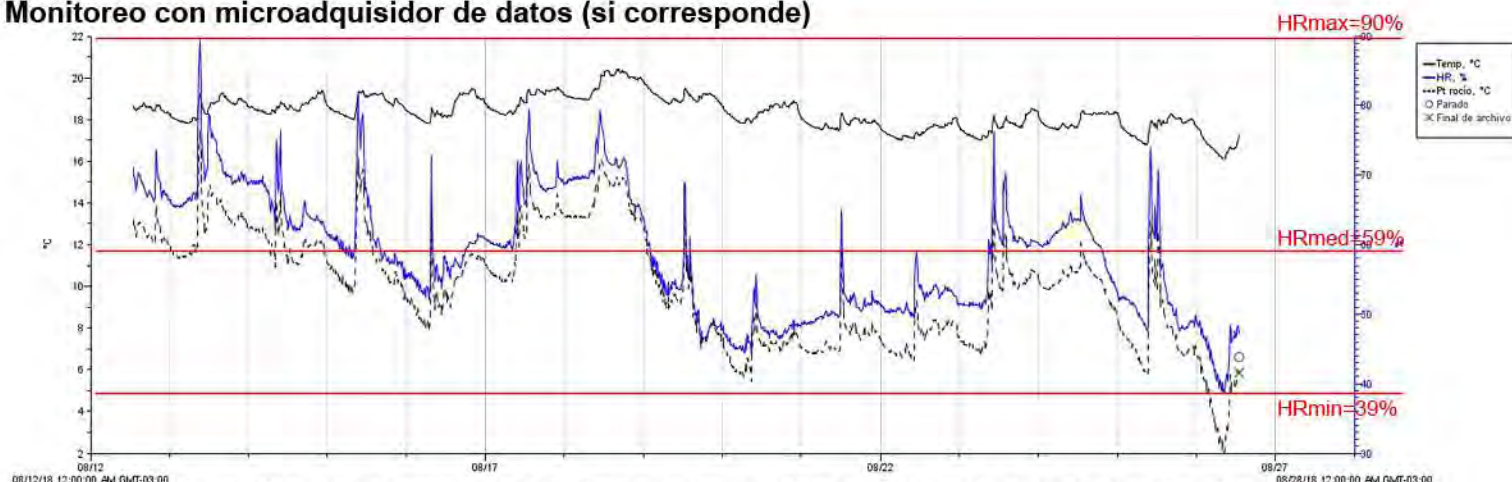
Tint = 17.7°C

HRint = 76%

CO2min = 1020 ppm

CO2max = 1260 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

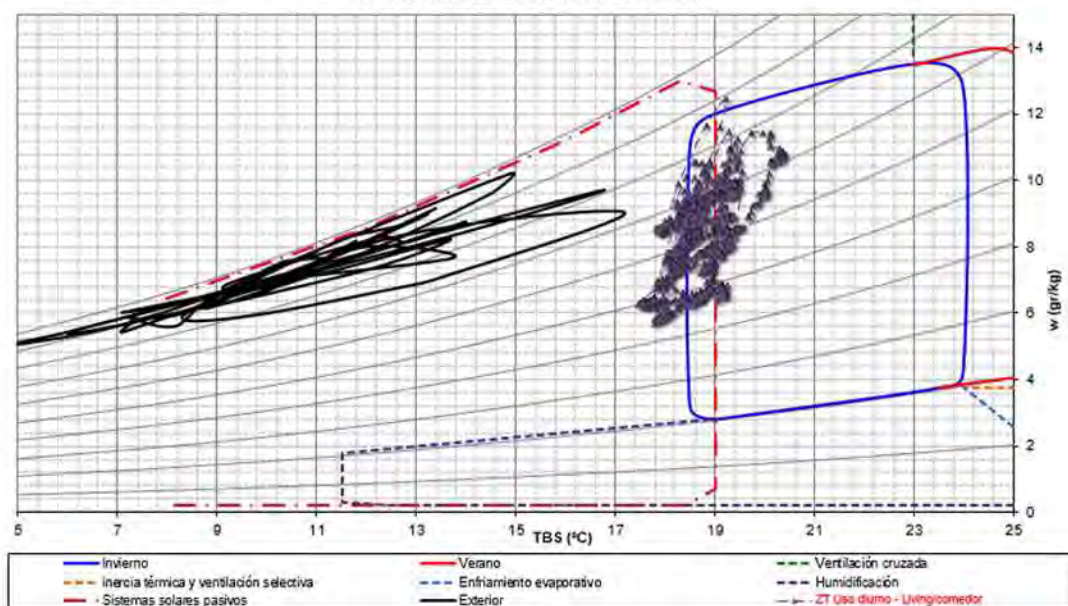


Gr. 1_ Condiciones ambientales interiores: temperatura, HR y punto de rocío del caso de estudio

Fuente: gráficos provistos por el software de HOBO ONSET

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

José Ellauri 1324 - ZT uso diurno - INVIERNO



Gr. 2_ Diagrama de Givoni con los datos monitoreados del estudio de caso. Fuente: PSICONF - Autor Dr. Jorge Czajkowski

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante quince días del periodo riguroso de invierno: 12/08 al 27/08

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- Las temperaturas interiores están mucho más contenidas y contemplan un salto térmico mucho menor que las exteriores (mayor amortiguamiento). En el periodo auditado fluctuaron dentro de los 17 a 21°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son también del orden de 1°C, de modo que el salto térmico diario no es significativo.

- La humedad relativa interior fue bastante heterogénea en el periodo de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación de la vivienda, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire. Se dieron picos máximos de 90%, mientras que la media se situó en 59%.

- Durante el invierno, la mitad de los días de la zona térmica de uso diurno se encontraron dentro de la zona de confort. Esto de alguna forma verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que la casa es muy fría y húmeda durante el invierno y neutral durante el verano.

- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, desprendió como valor máximo 1260 ppm, valor que se encuentra excediendo en menos de una 30% los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

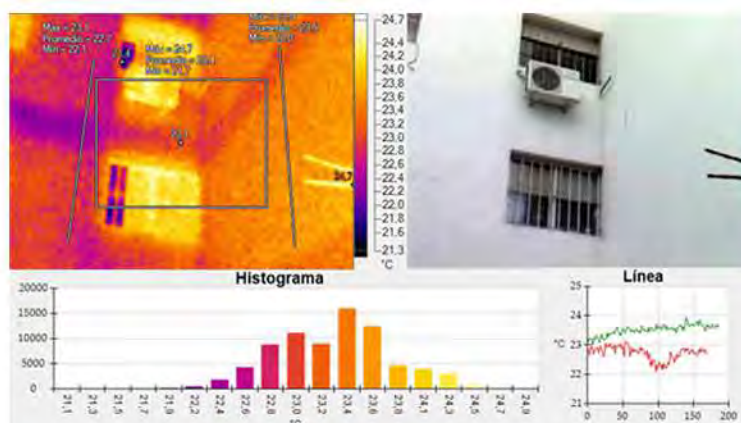


Fig. 15_Termograma e imagen real de detalle de fach. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

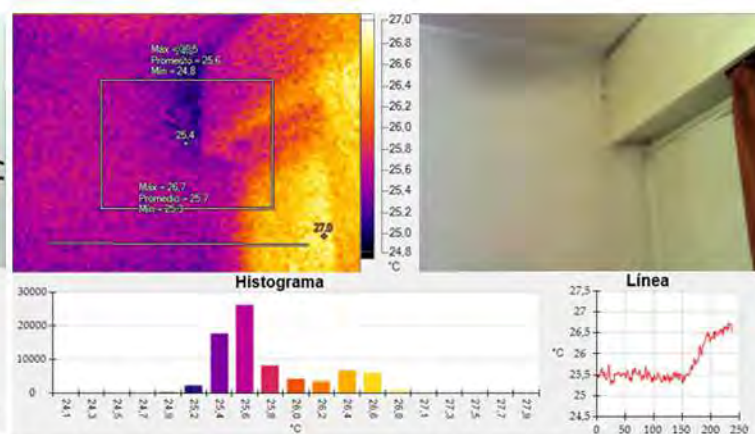


Fig. 16_Termograma e imagen real de puente térm. geométrico
Fuente: imágenes tomadas por la autora

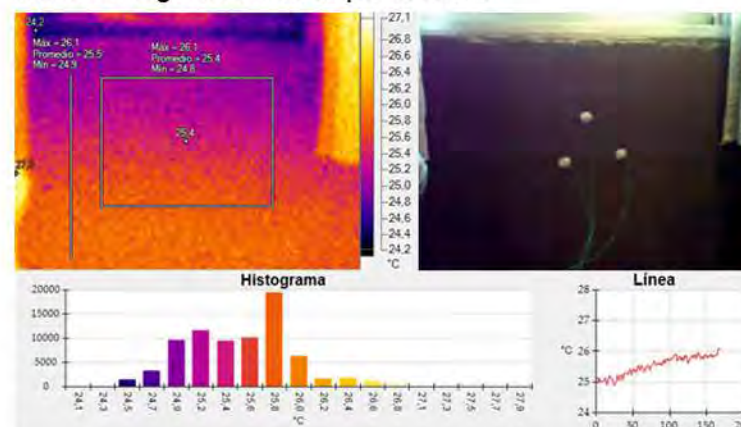


Fig. 17_Termograma e imagen real de antepecho
Fuente: imágenes tomadas por la autora

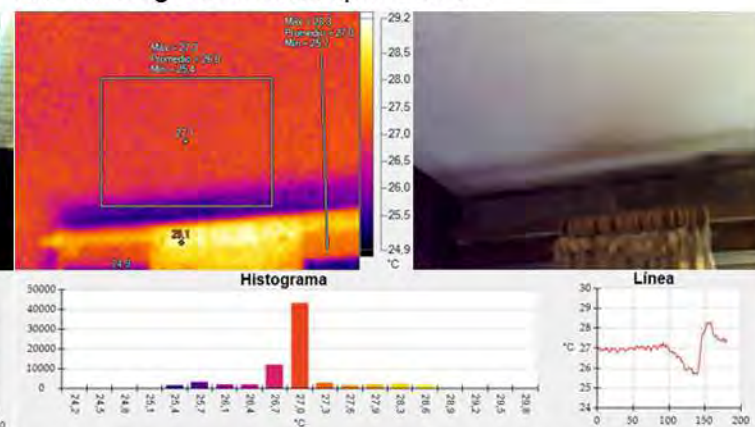


Fig. 18_Termograma e imagen real de dintel en terraza cerrada
Fuente: imágenes tomadas por la autora

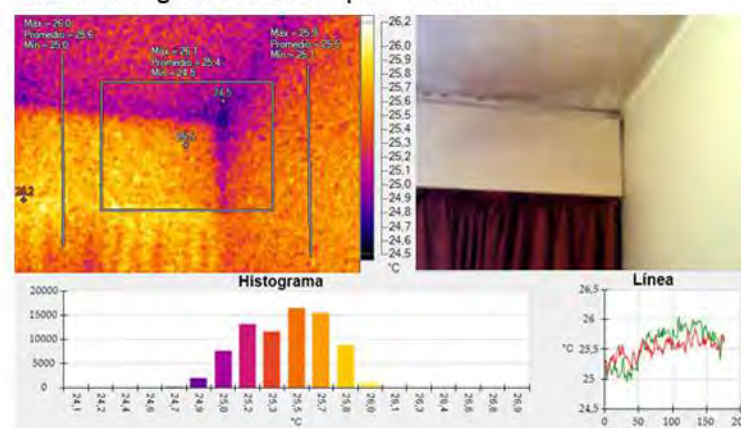


Fig. 19_Termograma e imagen real de detalle cielorraso del dormitorio ppal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

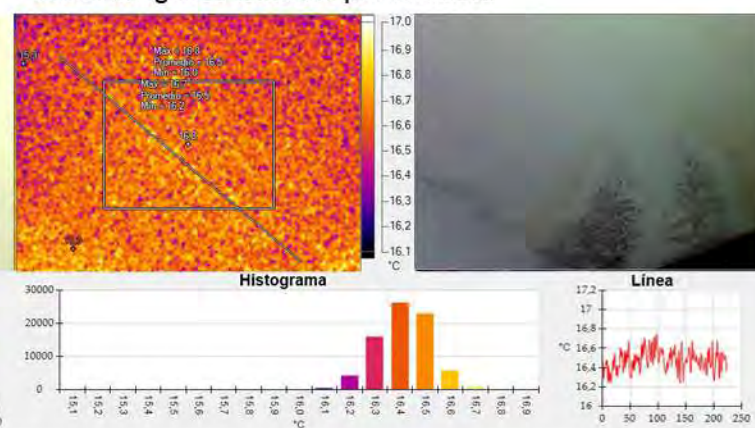


Fig. 20_Termograma e imagen real de detalle de cielorraso enmohecido de terraza cerrada
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 16 se puede observar una diferencia de temperaturas de más de 4°C entre el triedro y el resto del cerramiento.

Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs. 15, 16, 19 y 20).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto, sumado al hecho de la diferencia de temperaturas superficiales nombrada precedentemente, confirman la hipótesis de la falta de aislamiento térmico. Esta situación queda mucho más evidenciada por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 16 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C; así por la heterogeneidad en los colores del termograma de paño central (Fig. 17).

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 16, 19, 20), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad).

En zonas puntuales de ingreso de agua debida a una rotura accidental de instalaciones de desagüe en baño y a un problema de estanqueidad en la terraza del apartamento superior, no se evidencia humedad contenida en el sustrato del cerramiento, lo que indica que el agua que ingresó alcanzó a secarse y probablemente no pasó más agua, ya que deben de haber reparado la falla en el piso contiguo. Por ello la manifestación de la patología, en ampollado de la pintura y manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 20)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

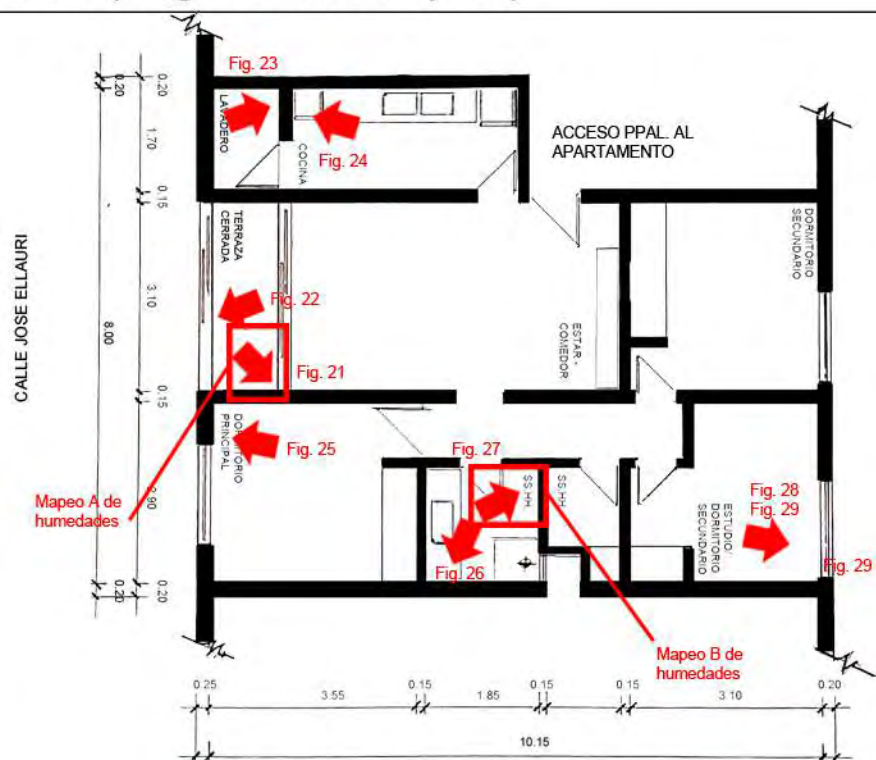


Fig. 21_Cielorraso de terraza cerrada
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Dintel de abertura en terraza
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Cielorraso de lavadero
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Cielorraso de cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Cielorraso de dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 28_Cielorraso de dormit. sec
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 29_Detalle de cenefa en dormit. secundario
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería); así en la zona de la filtración puntual, donde no había agua contenida, los niveles ascendieron también a un 15-20% .

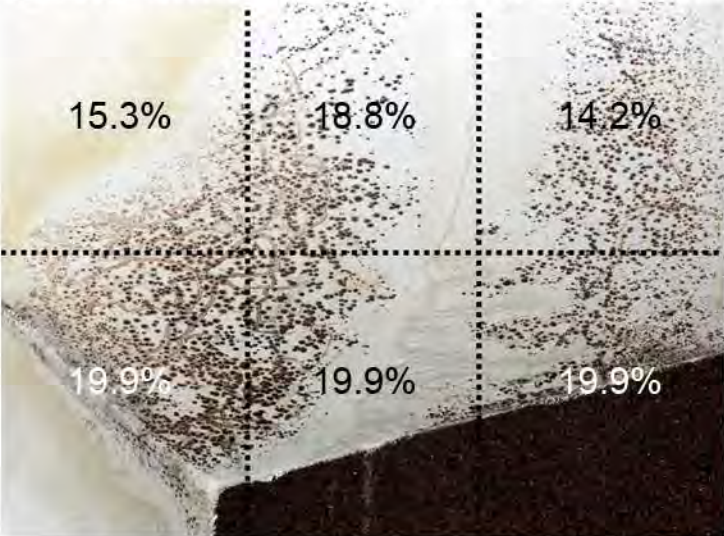


Fig. 30_Mapeo A de humedad en sector cielorraso terraza cerrada
Fuente: Elaboración propia



Fig. 31_Mapeo B de humedad en sector cielorraso del baño ppal.
Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

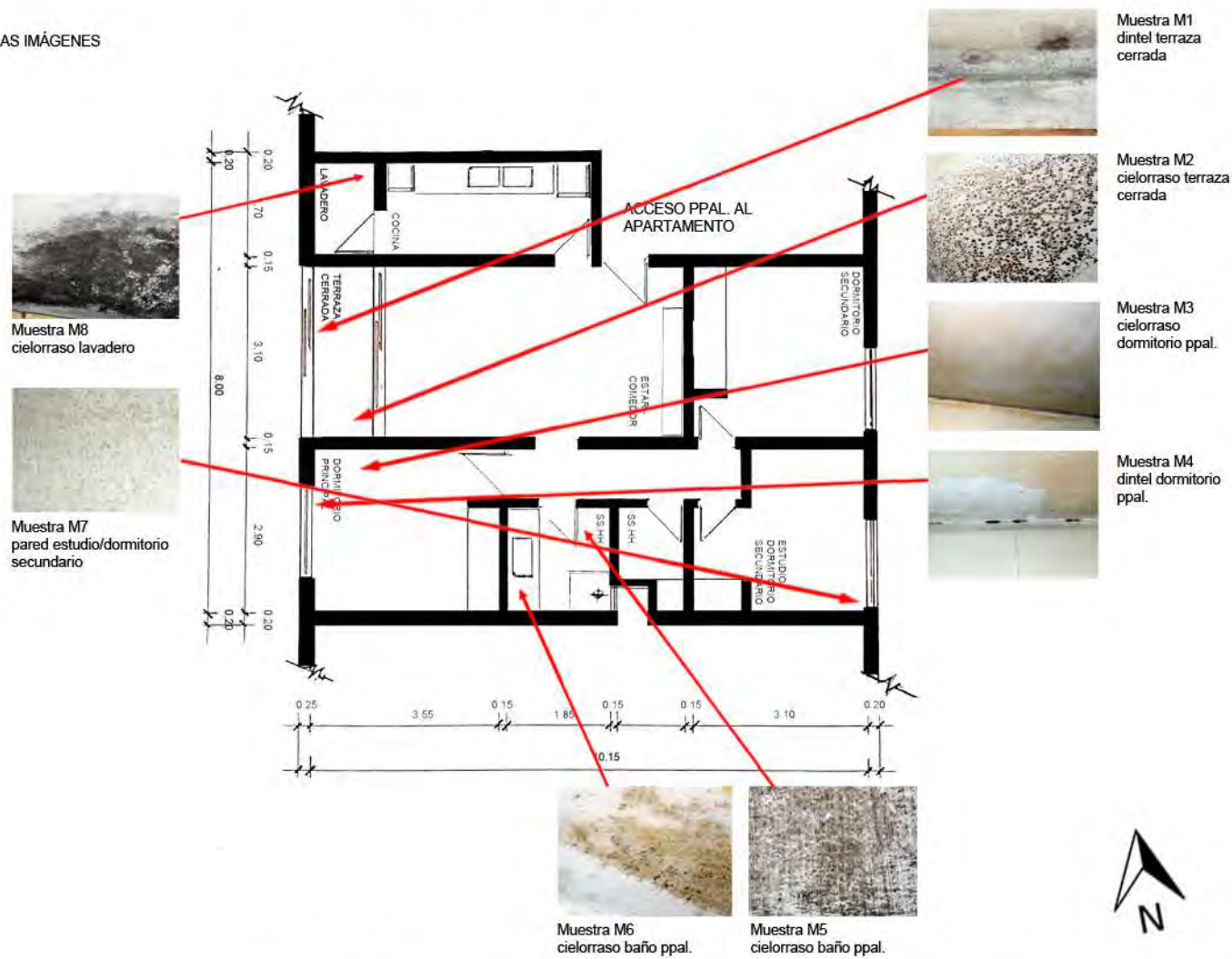


Fig. 32_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso de terraza
Fuente: imagen propia



Fig. 33_Guardado de hisopo con muestra en tubo plástico
Fuente: imagen propia



Fig. 34_Detalle de mohos en cielorraso de terraza (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 35_Toma de muestra con hisopo esteril en cielorraso de baño
Fuente: imagen propia



Fig. 36_Detalle de mohos en cielorraso del baño (M6)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37_Placas e hisopos con las muestras listas para llevar al laboratorio
Fuente: Fotografía tomada por la autora



Fig. 38_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 39_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 40_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 41_*Penicillium* sp. (sin identificar especie) encontrado en cielorraso terraza (M2) y cielorraso baño ppal (M6)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 42_*Mortierella alpina* encontrada en baño ppal y dormi ppal. (M3 y M5)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 43_*Alternaria tenuissima* encontrado en dormit. ppal., estudio y terraza (M2, M4 y M7)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 44_*Cladosporium* sp. encontrado en todo el apartamento (M1, M3, M5, M6, M7, M8)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 45_*Penicillium chrysogenum* encontrado en baño ppal., terraza y dormit. ppal. (M2, M4, M6)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

- Dintel terraza cerrada M1 - *Cladosporium* sp.
- Cielorraso terraza cerrada M2 - *Penicillium chrysogenum*
 - *Alternaria tenuissima*
 - *Penicillium* sp. (sin identificar especie)
- Cielorraso dormitorio ppal. M3 - *Mortierella alpina*
 - *Cladosporium* sp.
- Dintel dormitorio pal. M4 - *Alternaria tenuissima*
 - *Penicillium chrysogenum*

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

(cont.)

Cieloraso baño ppal. M5 - *Mortierella alpina*

- *Cladosporium* sp.

Cielorraso baño ppal. M6 - *Penicillium* sp. (sin identificar especie)

- *Penicillium chrysogenum*

- *Cladosporium* sp.

Pared estudio/dormitorio M7 - *Alternaria tenuissima*

- *Cladosporium*

Cielorraso lavadero M8 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes: dos adultos (mayores de 70 años) y una joven (de más de 30 años)

¿Cuánto tiempo pasan en la vivienda?

L-V: adultos, horario intermitente; joven horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno.

S-D horarios intermitentes

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? SI, por las infiltraciones a través de aberturas
- ¿falta de ventilación? SI, suelen pasar mucho frío de modo que no ventilan mucho
- ¿se ventila la casa en invierno? Muy poco

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? SÍ, aunque utilizan el aire acondicionado en función dehumidificación, tienen la sensación de ambientes muy húmedos
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? SÍ, sobretodo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire Acondicionado en living-comedor

Radiadores eléctricos en dormitorios

Caloventor en baño

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

SÍ, uno de los usuarios tiene problemas de bronquitis crónica

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa SI

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad SI

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones SI

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del edificio
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista en esquina del edificio objeto de estudio
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Miguel Barreiro 3370 apto 901 - Barrio Pocitos Nuevo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 15 de agosto de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento tipo dúplex de 3 dormitorios + 3 baños

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo hueco s/cámara y s/aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, s/aislamiento térmico y con terminación membrana aluminizada

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1960

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

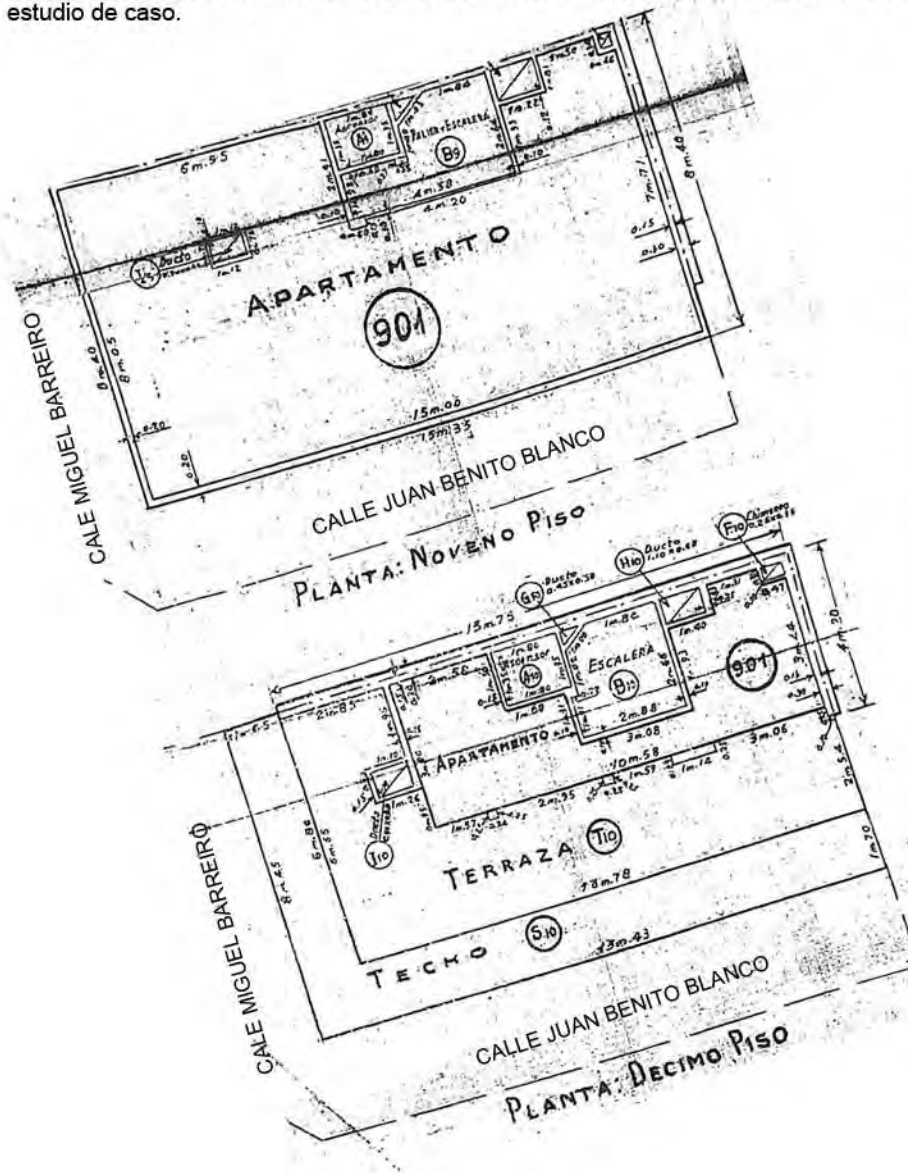


Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018

Fig. 3_ Planta baja y alta (planos de mensura) del apartamento en estudio, con la tipología original (previa a las intervenciones que tuvo unos años)
Fuente: gráficos suministrados por el propietario

LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas "delicados", en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda.



Fig. 5_Living-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Living-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

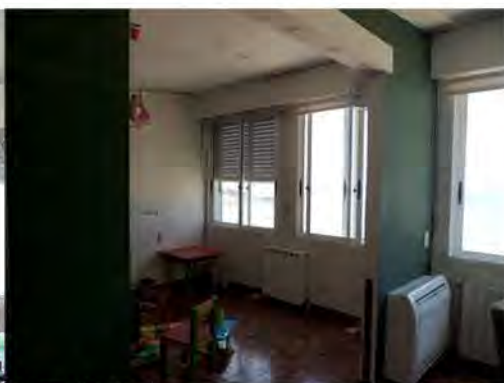


Fig. 7_Rincón de juegos
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Cocina
Fuente: imagen tomada por la autora

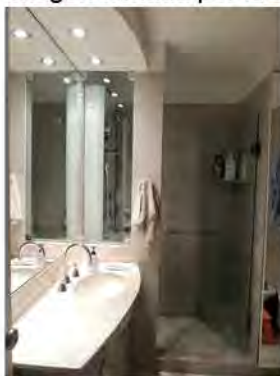


Fig. 9_Baño ppal. de PB
Fuente: imagen tomada por la autora

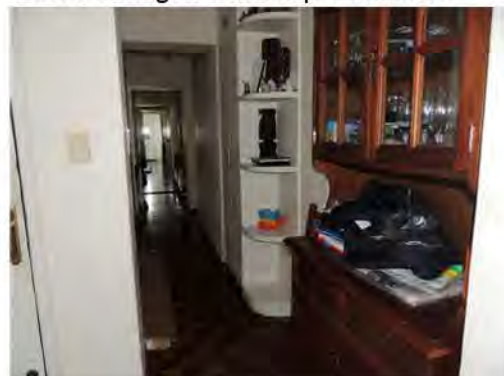


Fig. 10_Pasillo PB hacia dormitorios
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 11_Pasillo PA hacia barbacoa
Fuente: imagen tomada por la autora

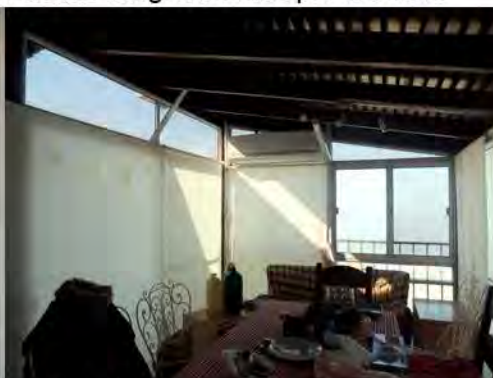


Fig. 12_Barbacoa
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 13_Vista del AA en estar de PA
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

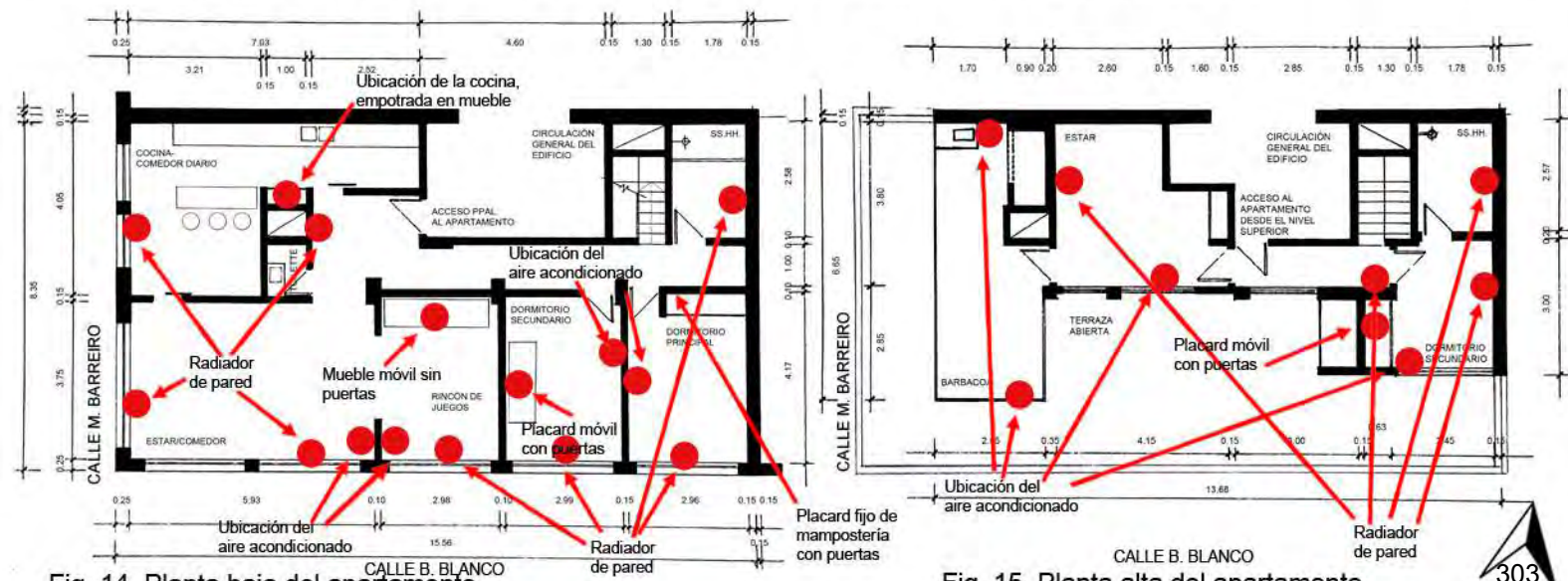


Fig. 14_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia

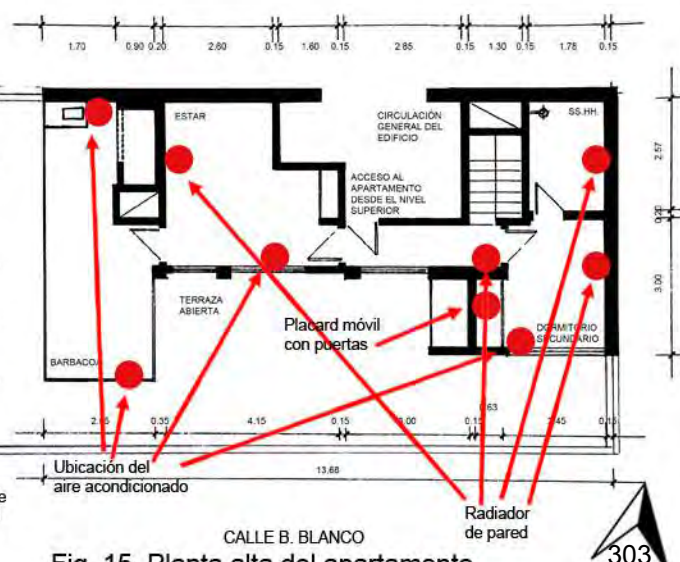
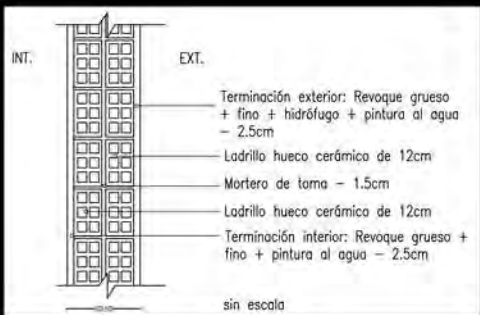


Fig. 15_Planta alta del apartamento
Fuente: elaboración propia

M2

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL**CERRAMIENTO (TIPO):** homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior**CERRAMIENTO (POSICIÓN):** vertical**DESCRIPCIÓN:** muro de doble hoja de ladrillo hueco s/cámara y s/aislamiento térmico; term. int. y ext. revoque pintadoMasa = 329.7 Kg/m²

Espesor = 0.305 m

**PERFIL TERMO-ENERGÉTICO**Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$$U = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$$U_m = \text{N/A}$$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$$CT = 329.7 \text{ KJ/m}^2\text{K}$$

Retardo Térmico [Hs]

$$\phi = 9.99 \text{ Hs}$$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$$\mu = 0.069$$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NOIntersticial **SI** NOCorrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$$U_c = \text{N/A}$$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 54.12°C

Plano Oeste = 60.16°C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno
tsnvert = 18.69°C
tsnhoriz. = N/A

verano
tsXnorte = N/A
tsXeste = 26.63°C
tsXoeste = 26.71°C
tsXsur = N/A
tsXhoriz. = N/A

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno
Qcondvertical = 25.80W/m²
Qcondhoriz. = N/A

verano
Qcondnorte = N/A
Qcondeste = 46.74W/m²
Qcondoeste = 46.85W/m²
Qcondsur = N/A
Qcondhoriz. = N/A

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

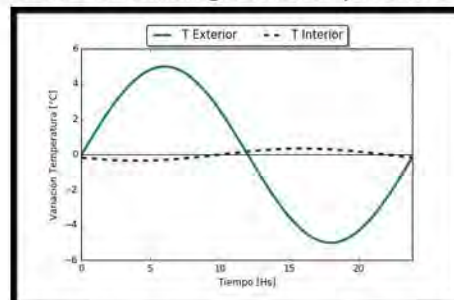
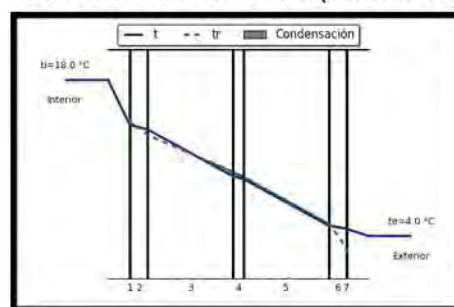


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3371,06
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO	
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO	
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI NO

Posible riesgo de condensación tanto superficial como intersticial en todo el espesor del muro. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos huecos, con el consecuente desmedro de los materiales.

C2

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL**CERRAMIENTO (TIPO):** homogéneo de caras plano-parallelas y en contacto con el aire exterior**CERRAMIENTO (POSICIÓN):** horizontal**DESCRIPCIÓN:** losa de hormigón armado c/ relleno de pendiente mínima y terminación membrana c/aluminio gofradoMasa = 400.96 Kg/m²

Espesor = 0.184 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICOTransmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007) $U = 3.79 \text{ W/m}^2\text{K}$ Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K] $U_m = \text{N/A}$ Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K] $CT = 400.94 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

 $\phi = 6.25 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

 $\mu = 0.168$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial **SI** NOIntersticial **SI** NOCorrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K] $U_c = \text{N/A}$ Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 47.44°C

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{sol\text{-}aire}$)invierno
 $ts_{nvert.} = \text{N/A}$
 $ts_{nhoriz.} = 10.89 \text{ °C}$ verano
 $ts_{Xnorte} = \text{N/A}$
 $ts_{Xeste} = \text{N/A}$
 $ts_{Xoeste} = \text{N/A}$
 $ts_{Xsur} = \text{N/A}$
 $ts_{Xhoriz.} = 29.98 \text{ °C}$ Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{sol\text{-}aire}$ invierno
 $Q_{condvertical} = \text{N/A}$
 $Q_{condhoriz.} = 72.96 \text{ W/m}^2$ verano
 $Q_{condnorte} = \text{N/A}$
 $Q_{condeste} = \text{N/A}$
 $Q_{condoeste} = \text{N/A}$
 $Q_{condsur} = \text{N/A}$
 $Q_{condhoriz.} = 211.07 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

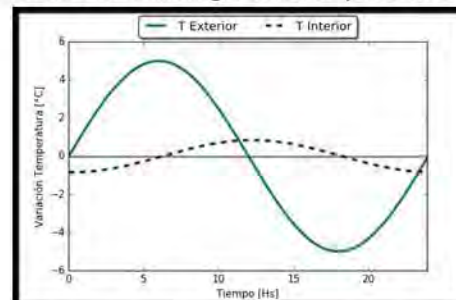
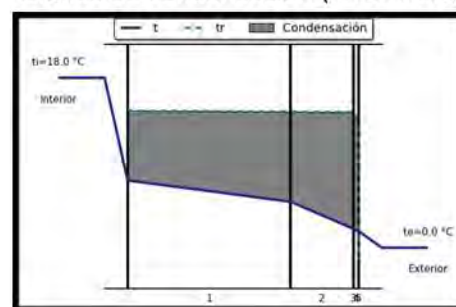


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)

**PERFIL ECONÓMICO**Costo*/m² construido = \$
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.**OBSERVACIONES**

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO	
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO	
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI NO

Posible riesgo de condensación intersticial en todas las capas del cerramiento, así como en la superficie interior del mismo (cielorraso). Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho en la cara visible interior de la cubierta (cielorraso), así como humedecimiento de las capas interiores con el consecuente desmedro de alguna de ellas, como el caso de la membrana, a causa del contenido de agua en su interior.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en la zona térmica de uso diurno)

Text = 5.0°C

HRExt = 93.2%

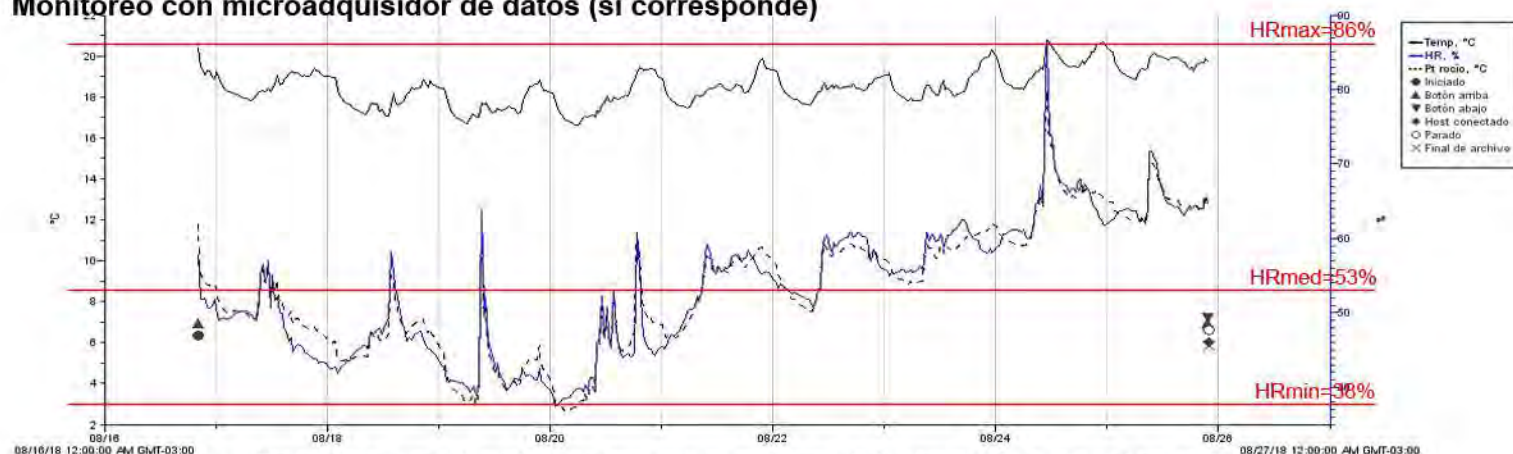
Tint = 22.0°C

HRint = 53%

CO2min = 1295 ppm

CO2max = 1330 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

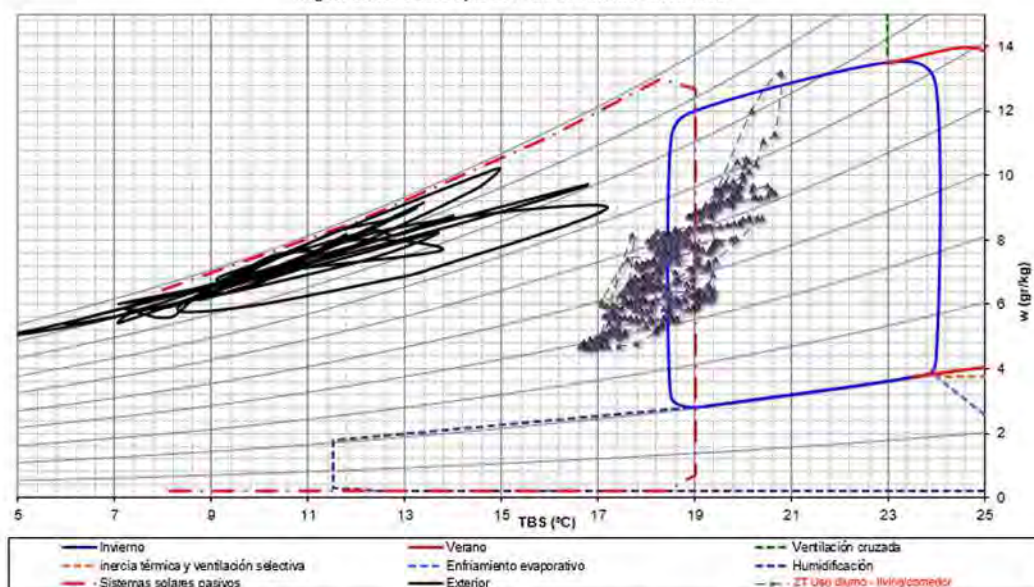


Gr. 1_ Condiciones ambientales interiores: temperatura, HR y punto de rocío del caso de estudio

Fuente: gráficos provistos por el software de HOBO ONSET

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

Miguel Barreiro 3370 apto 901 - ZT uso diurno - INVIERNO



Gr. 2_ Diagrama de Givoni con los datos monitoreados del estudio de caso. Fuente: PSICONF - Autor Dr. Jorge Czajkowski

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante diez días del periodo riguroso de invierno: 16/08 al 26/08

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- las temperaturas interiores están bastante más contenidas y contemplan un menor salto térmico que las exteriores (mayor amortiguamiento). En el periodo auditado fluctuaron dentro de 17 a 20.5°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son solo del orden de 2°C,

- * La humedad relativa interior fue bastante heterogénea en el período de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación de la vivienda, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire. Se dio un pico máximo de 86%, y se mantuvo en una media de 53%.

- Durante el invierno, la mitad de los días de la zona térmica de uso diurno se encontraron dentro de la zona de confort. Esto de alguna forma verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que la casa es bastante fría durante el invierno y neutral durante el verano.

- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, desprendió como valor máximo 1330 ppm, valor que se encuentra excediendo los valores admisibles en poco más del 30%, para una exposición continua por UNE100-011-91 (según ella, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

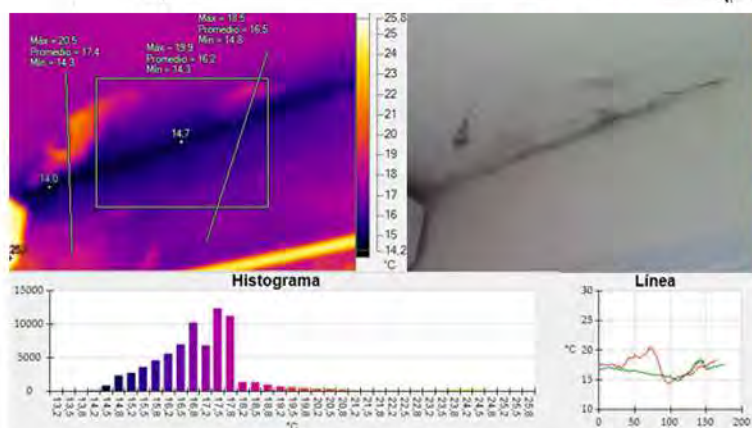
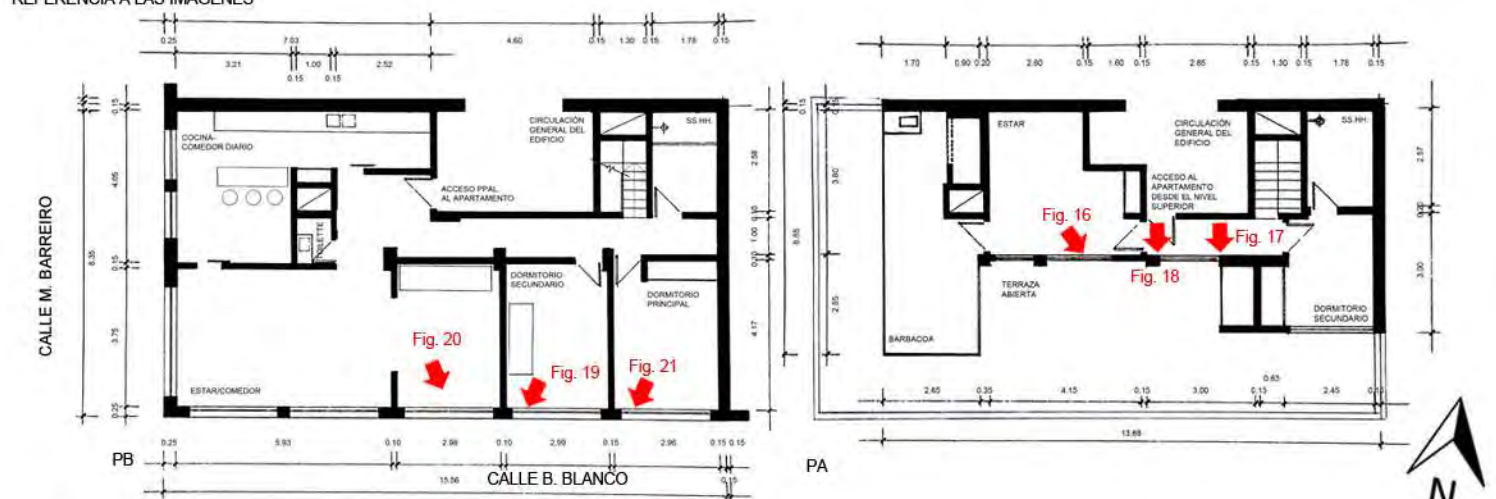


Fig. 16_Termograma e imagen real de cielorraso de sala de estar en PA

Fuente: imágenes tomadas por la autora

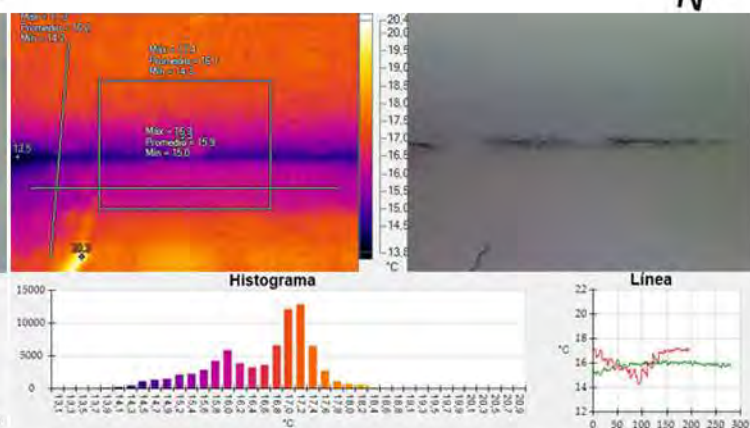


Fig. 17_Termograma e imagen real de pasillo de PA

Fuente: imágenes tomadas por la autora

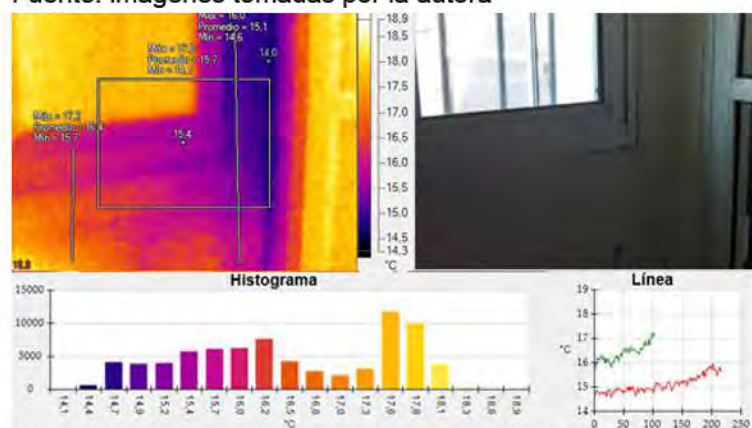


Fig. 18_Termograma e imagen real de antepecho en PA

Fuente: imágenes tomadas por la autora

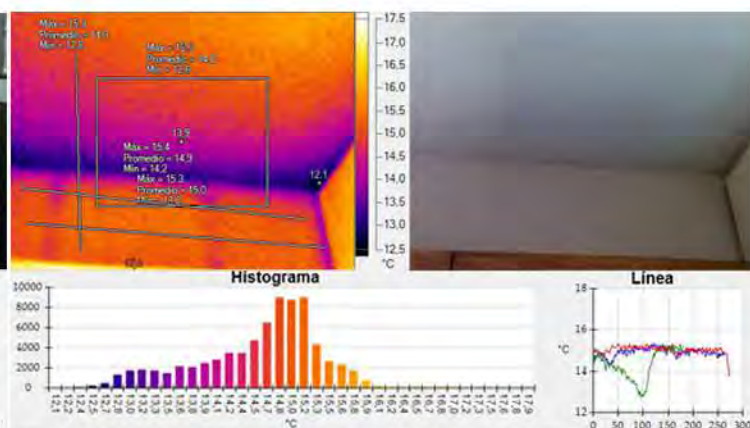


Fig.19_Termograma e imagen real de dintel en dormit. sec. PB

Fuente: imágenes tomadas por la autora

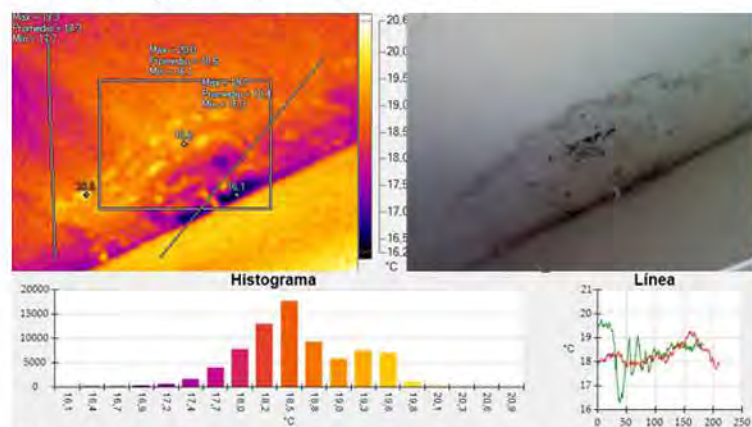


Fig. 20_Termograma e imagen real de cielorraso de sala de juegos en PB

Fuente: imágenes tomadas por la autora

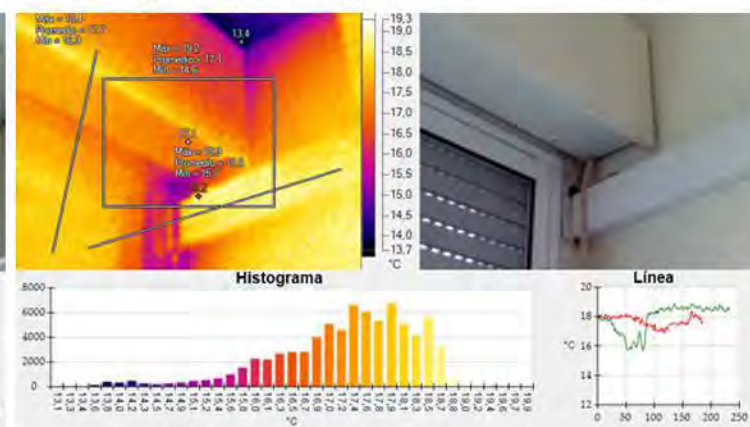


Fig. 21_Termograma e imagen real de cenefa en dormit. ppal. de PB

Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 19 se puede observar una diferencia de temperaturas de más de 4°C entre el triedro y el resto del cerramiento.

Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs. 17, 19, y 21).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto, sumado al hecho de la diferencia de temperaturas superficiales nombrada precedentemente, confirman la hipótesis de la falta de aislamiento térmico. Esta situación queda mucho más evidenciada por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 21 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C; así por la heterogeneidad en los colores del termograma de paño central (Fig. 18).

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 16, 18, 21), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad).

En zonas puntuales de ingreso de agua debida a un problema de estanqueidad en la terraza del piso superior del duplex, se evidencia humedad contenida en el sustrato, lo que indica que el agua que ingresa no alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en desprendimiento en consistencia polvorienta del revoque, ampollado de la pintura y moho negro verdoso (Figs. 16 y 20)

PATOLOGIAS EDILICIAS (imágenes macroscópicas)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

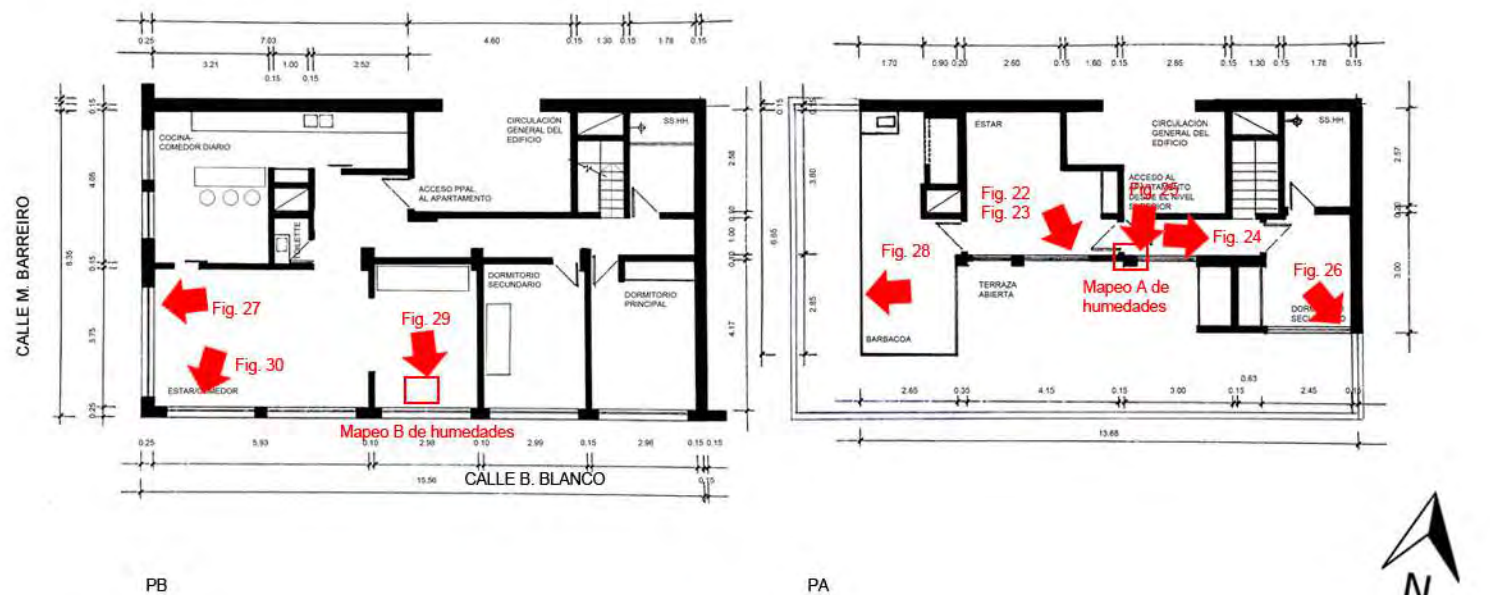


Fig. 22_Cielorraso enmohecido en PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. de mohos en cielorraso PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Pasillo de PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Detalle de mohos en triedro de pasillo en PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Cielorraso dormit. sec. PA
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Mohos en mocheta entre doble ventana en PB
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 28_Cortina enmohecida en barbacoa
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 29_Cielorraso del rincón de juegos
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 30_Cielorraso de estar-comedor 309
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería); mientras que en la zona de la filtración puntual, donde había agua contenida, los niveles ascendieron hasta un 99.9%.

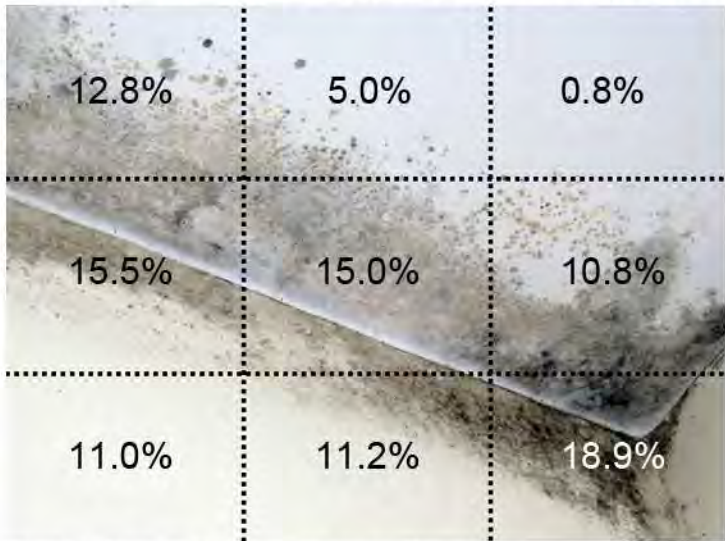


Fig. 31_Mapeo A de humedad en sector cielorraso del corredor de PA
Fuente: Elaboración propia

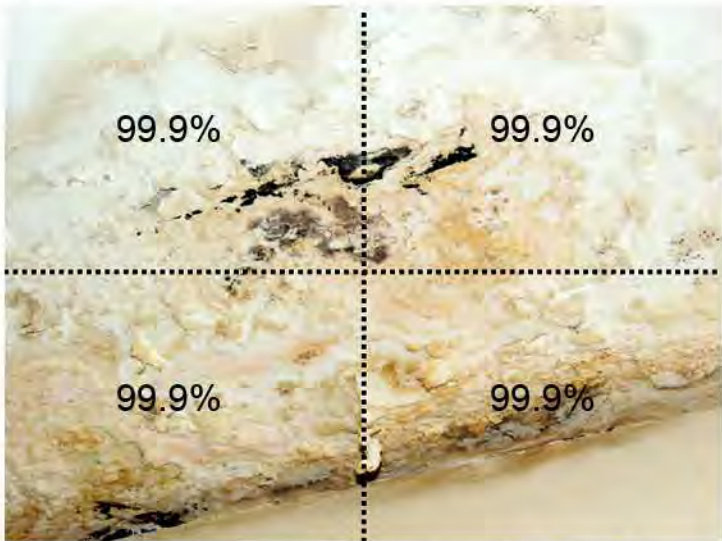


Fig. 32_Mapeo B de humedad en sector cielorraso del rincón de juegos en PB
Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

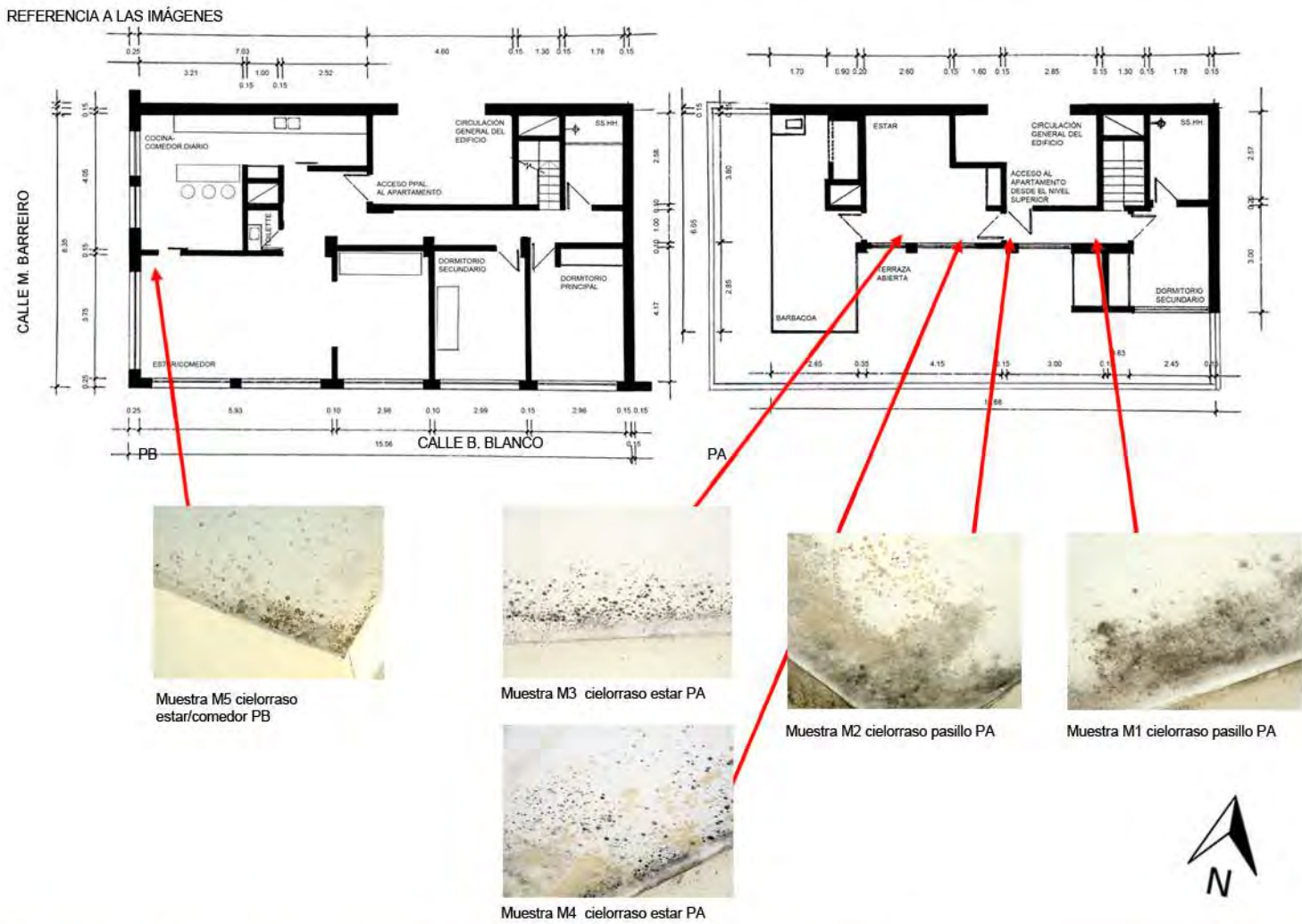


Fig. 33_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso del pasillo de PA
Fuente: imagen propia



Fig. 34_Guardado de hisopo con muestra en tubo plástico
Fuente: imagen propia



Fig. 35_Toma de muestra con cinta en cielorraso de estar de PA
Fuente: imagen propia



Fig. 36_Detalle de cielorraso de pasillo de PA (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37_Detalle de cielorraso de PB (M5)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 38_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 39_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 40_*Cladosporium* sp. encontrado en pasillo y estar PA (M1, M2, M4)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 41_*Alternaria tenuissima* encontrada en estar PA (M3)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 42_*Aspergillus versicolor* encontrado en cielorraso PB, pasillo y estar PA (M1, M2, M3, M4)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 43_*Penicillium crustosum* encontrado en cielorraso PB (M5)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso pasillo PA M1 - *Aspergillus versicolor*
- *Cladosporium* sp.

Cielorraso pasillo PA M2 - *Aspergillus versicolor*
- *Cladosporium* sp.

Estar PA M3 - *Aspergillus versicolor*
- *Alternaria tenuissima*

Estar PA M4 - *Aspergillus versicolor*
- *Cladosporium* sp.

Cielorraso PB M5 - *Penicillium crustosum*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes: pareja joven (de alrededor de 45 años), un hijo (6 años)

¿Cuánto tiempo pasan en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? Si, sobre todo en la planta alta
- ¿falta de ventilación? No,
- ¿se ventila la casa en invierno? Si, pero solo la PB

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? No
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretodo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire Acondicionado en dormitorios, estar-comedor, barbacoa, rincón de juegos

Radiadores eléctricos en toda la casa

Deshumidificador en planta alta

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

Si

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI, todos los usuarios tienen problemas de alergias

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>
[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Ansina 1017 apto 202 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 18 de agosto de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento de 3 dormitorios + 1 baño

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

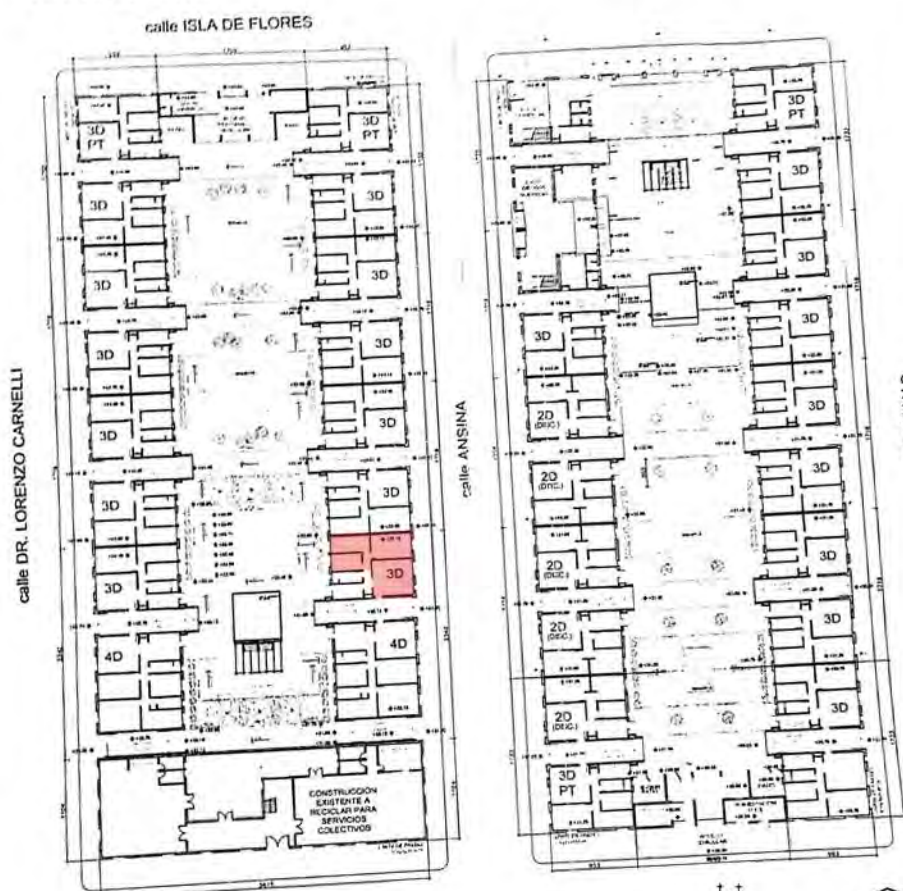
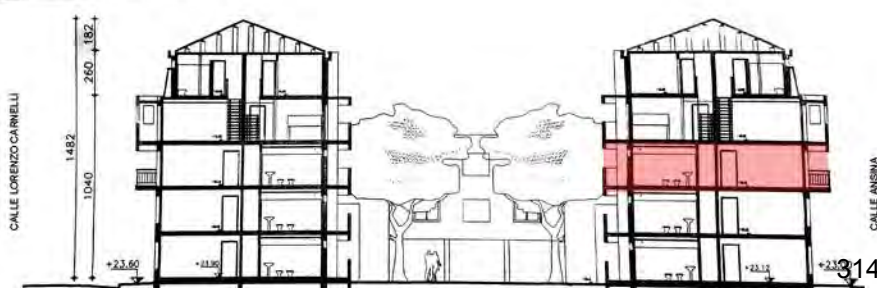


Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y dormitorios), dado que el propietario no estaba dispuesto a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

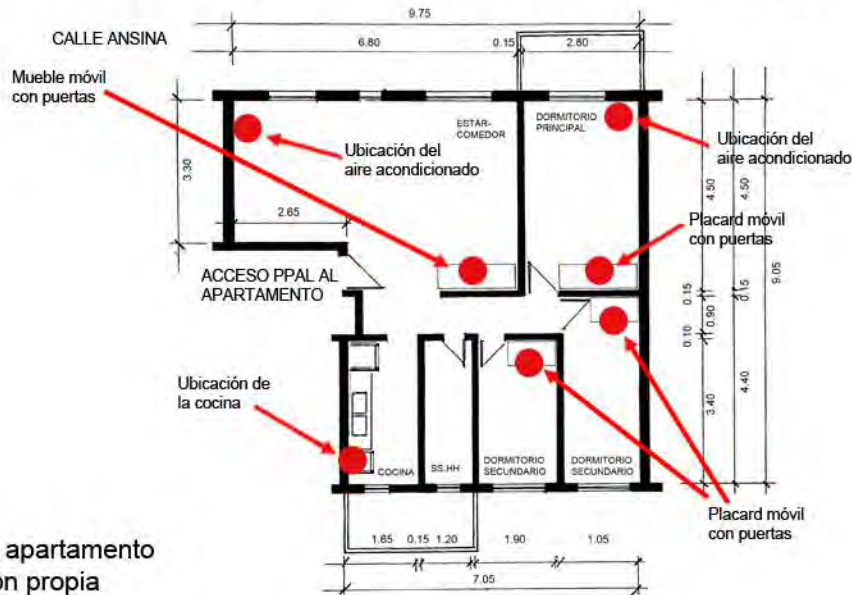
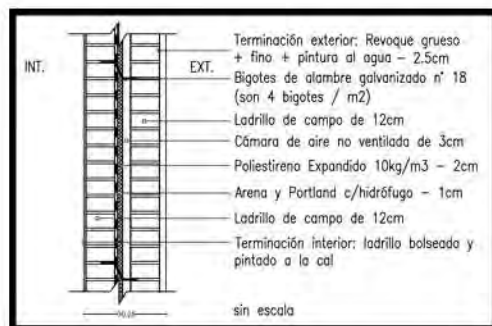


Fig. 10_Planta del apartamento
Fuente: elaboración propia



M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 41.19°C

Plano Oeste = 47.82°C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno

$t_{\text{snvert}} = 23.09^\circ\text{C}$

$t_{\text{snhoriz.}} = \text{N/A}$

verano

$t_{\text{SXnorte}} = \text{N/A}$

$t_{\text{SXeste}} = 25.59^\circ\text{C}$

$t_{\text{SXoeste}} = 25.59^\circ\text{C}$

$t_{\text{SXsur}} = \text{N/A}$

$t_{\text{SXhoriz.}} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

invierno

$Q_{\text{condvertical}} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$

verano

$Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$

$Q_{\text{condeste}} = 36.13 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{condoeste}} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$

$Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

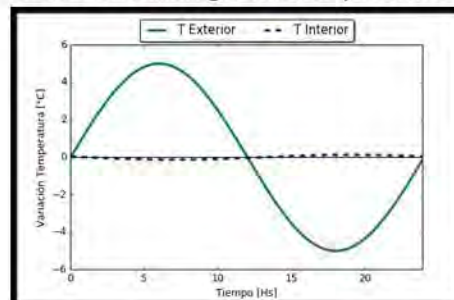
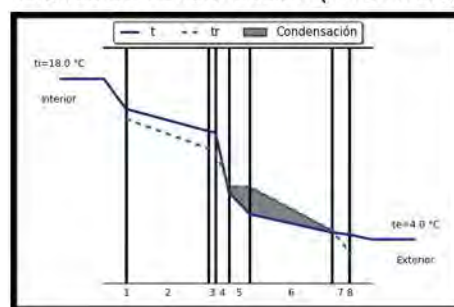


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso diurno)

Text = 15.0°C

HRExt = 87.8%

Tint = 20.8°C

HRint = 60%

CO2min = 442 ppm

CO2max = 459 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 18/08.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día auditado, desprendió como valor máximo 459 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

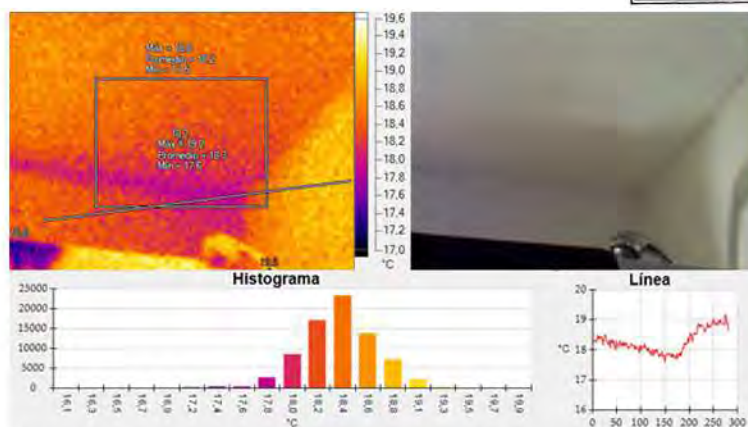
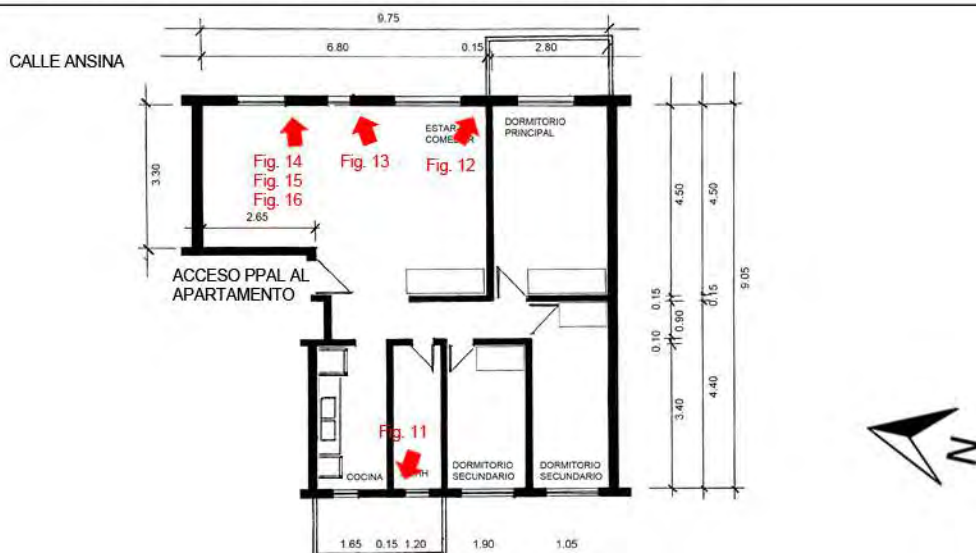


Fig. 11_Termograma e imagen real del cielorraso del baño
Fuente: imágenes tomadas por la autora

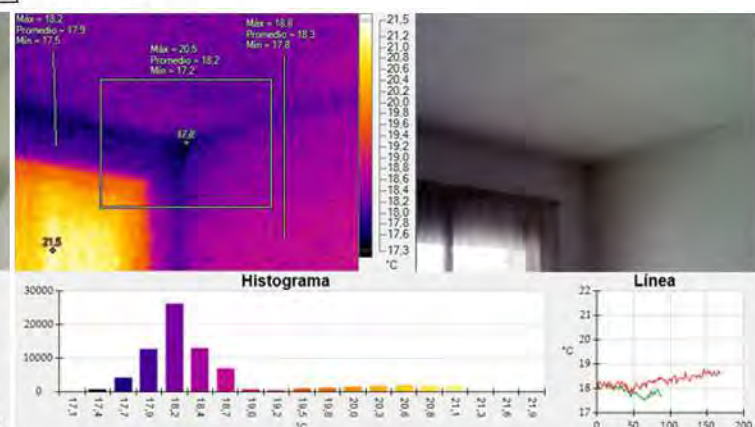


Fig. 12_Termograma e imagen real de triedo de estar-comedor
Fuente: imágenes tomadas por la autora

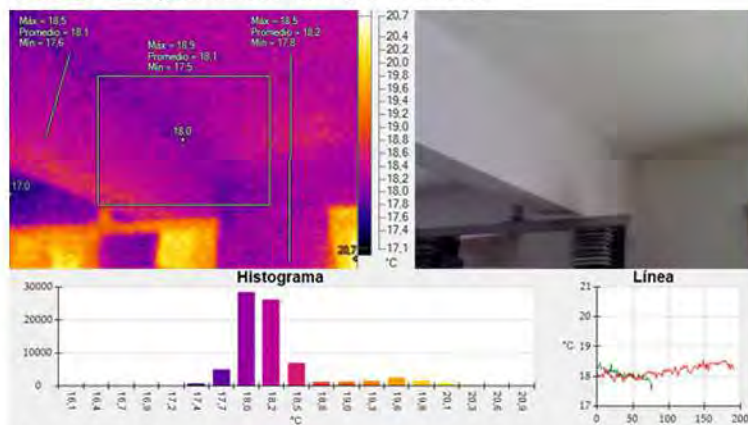


Fig. 13_Termograma e imagen real de cielorraso de estar
Fuente: imágenes tomadas por la autora

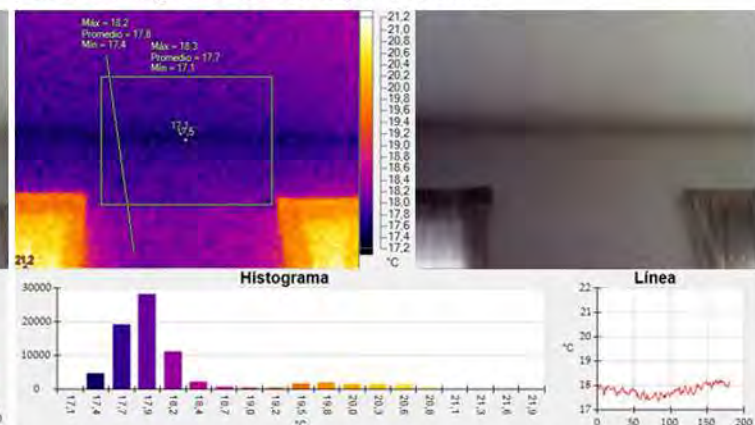


Fig. 14_Termograma e imagen real de dintel de fach. ppal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

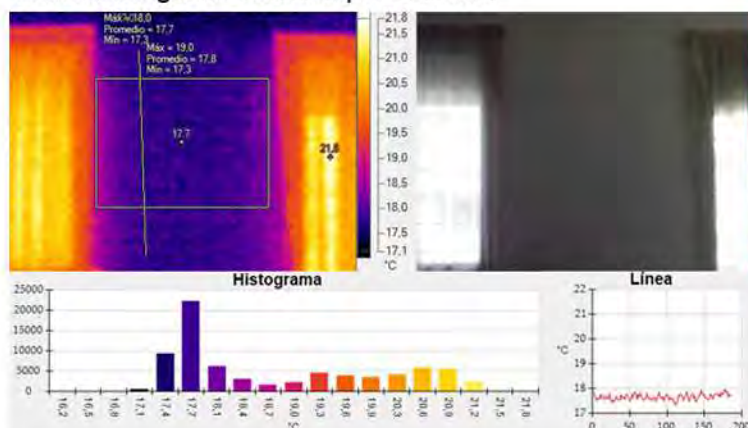


Fig. 15_Termograma e imagen real de pared exterior de estar comedor
Fuente: imágenes tomadas por la autora

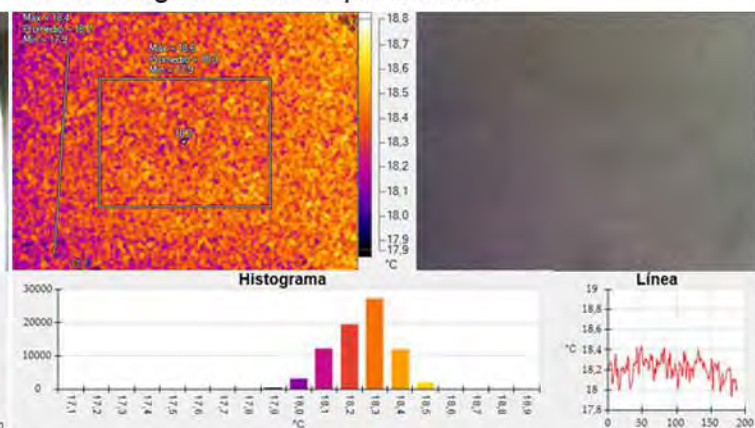


Fig. 16_Termograma e imagen real de paño central de pared exterior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

OBSERVACIONES DE LOS TERMOGRAMAS

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 12 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.11,a 14).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 12 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 11, 12, 13), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad).

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que no hay humedad debida a filtraciones puntuales o accidentes en instalaciones.

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

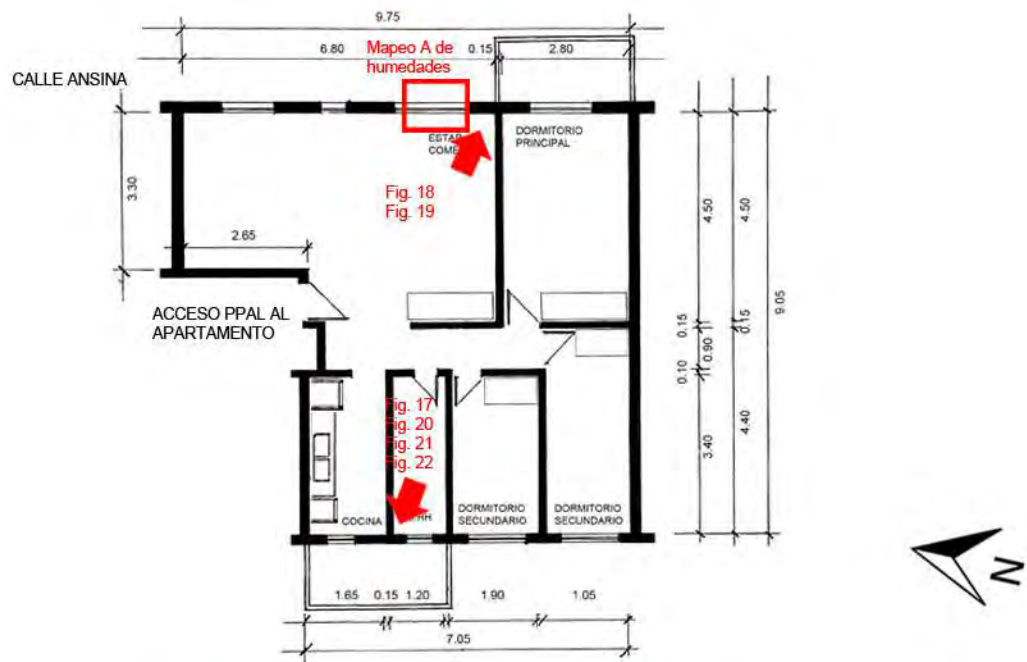


Fig. 17_Det. mohos en cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 18_Cielorraso del estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 19_Det. mohos en dintel del estar
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Det. cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

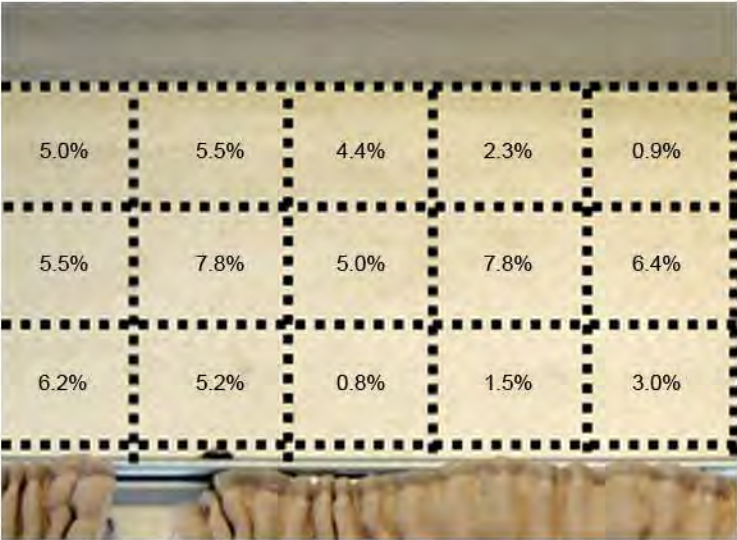
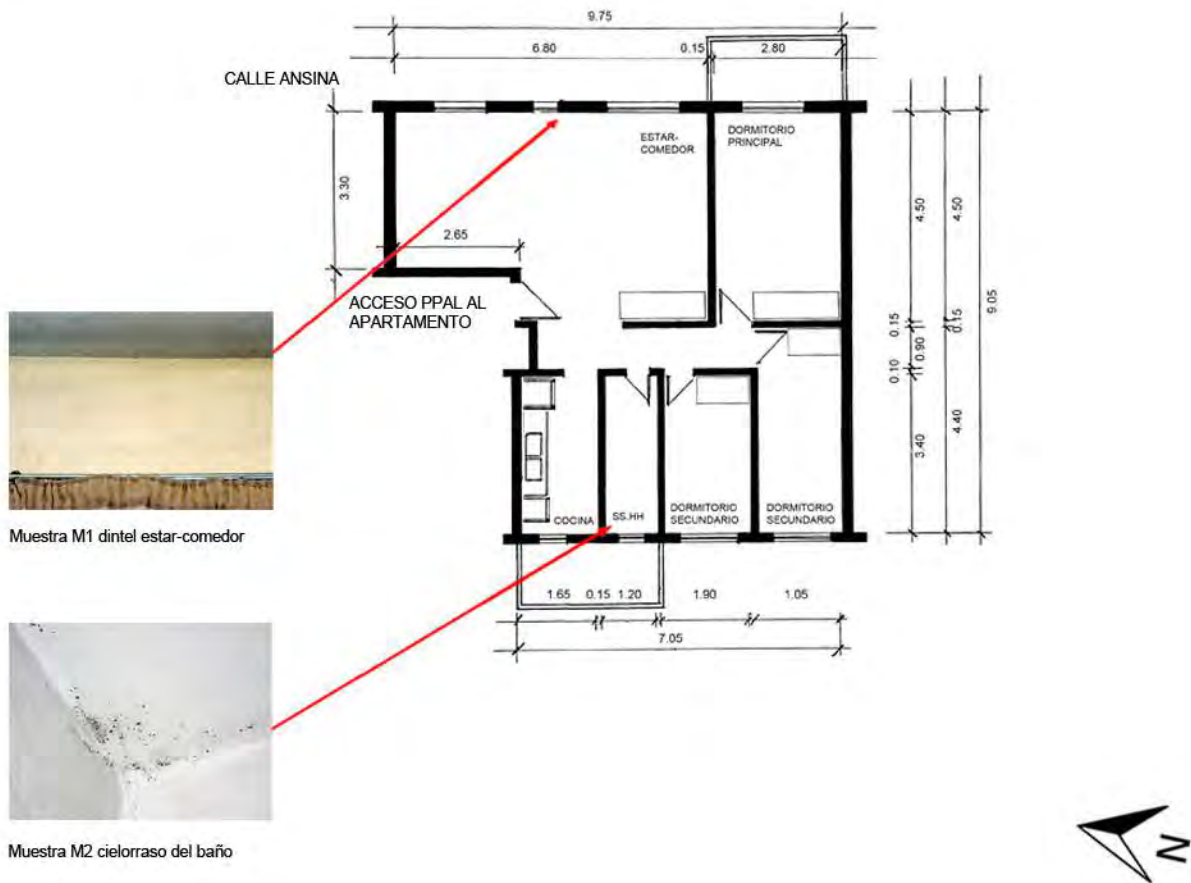


Fig. 23_Mapeo A de humedad en sector dintel de estar-comedor
Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES



Muestra M1 dintel estar-comedor



Muestra M2 cielorraso del baño

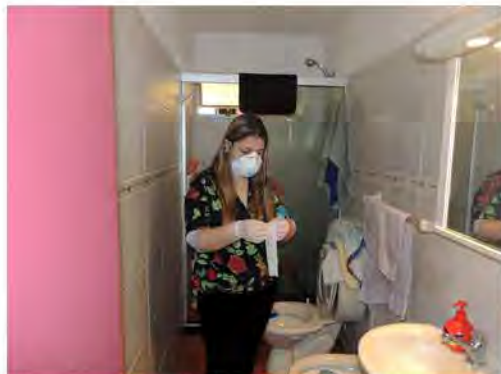


Fig. 24_Preparación de hisopo estéril para tomar la muestra
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 25_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso del baño (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 26_Det. de cielorraso del baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Toma de muestra con hisopo estéril en dintel del estar-comedor (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 28_Toma de muestra con cinta en dintel del estar-comedor (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 29_Det. del dintel del estar-comedor (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 30_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 31_*Cladosporium* sp. encontrado en el baño y el estar-comedor (M1 y M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 32_*Rhizopus oryzae* encontrado en el estar-comedor (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Dintel estar-comedor M1 - *Cladosporium* sp.
- *Rhizopus oryzae*
Cielorraso baño M2 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

4 habitantes: una pareja joven (de alrededor de 35 años) y dos hijos (menores de 10 años)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? SI
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí, todos los días. Los usuarios dicen que suelen sentir frío por causa de ventilar tanto.

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? En general no, si sienten ambiente húmedo inmediatamente abren las ventanas
- ¿la humedad produce calor? NO
- ¿la humedad produce frío? NO
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire acondicionado en dormitorio principal y estar-comedor

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos NO

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>
[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Minas 1023 apto 303 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 18 de agosto de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento tipo dúplex de 2 dormitorios

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, c/ático sin ventilar, s/aislamiento térmico y con sobre techo de chapa ondulada Econopanel

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

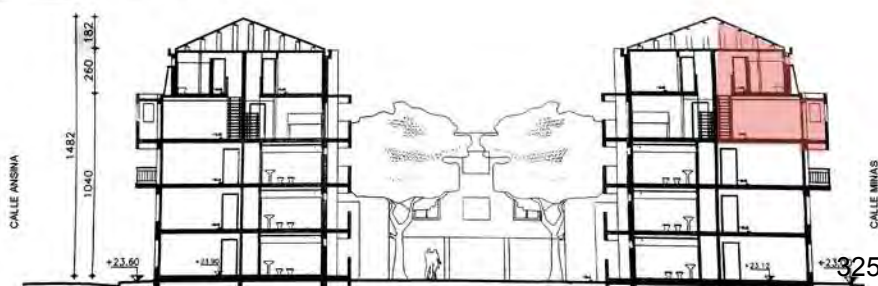
Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y estar-comedor), dado que el propietario no estaba dispuesto a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen parcial del baño.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

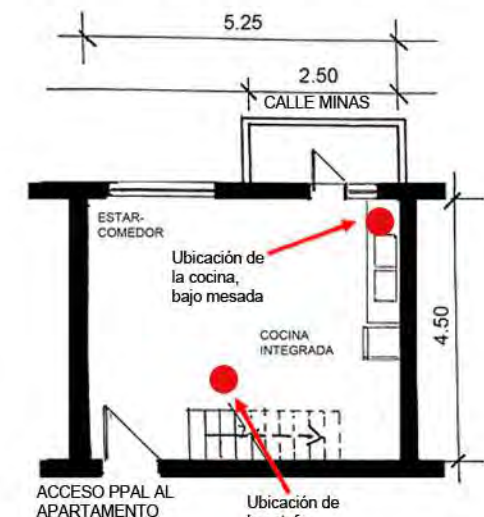


Fig. 11_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia

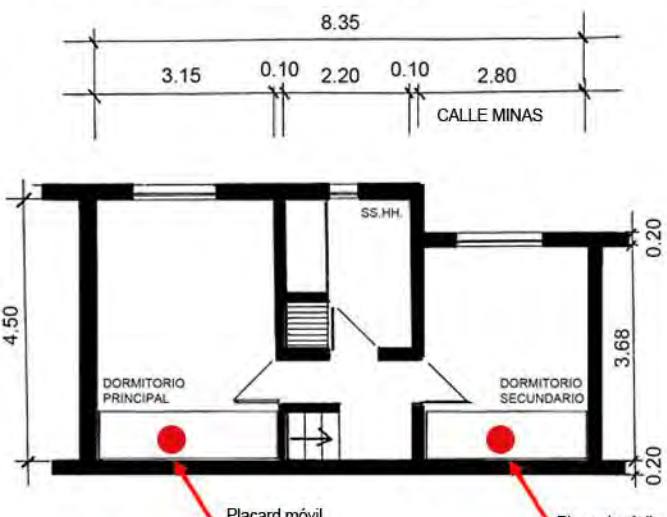
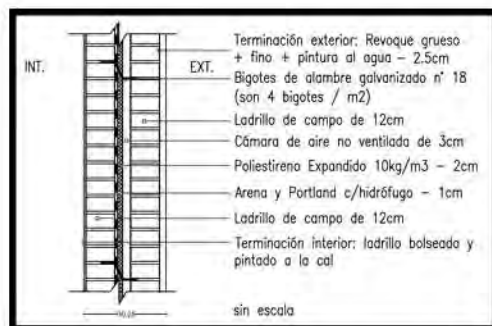


Fig. 12_Planta alta del apartamento
Fuente: elaboración propia





M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A

/ Plano Este = 41.19°C

Plano Oeste = N/A

/ Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{sol\text{-}aire}$)

invierno

$t_{sn\text{vert}} = 23.09^\circ\text{C}$

$t_{sn\text{horiz.}} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = 25.59^\circ\text{C}$

$tsX_{oeste} = \text{N/A}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{sol\text{-}aire}$

invierno

$Q_{cond\text{vertical}} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{cond\text{horiz.}} = \text{N/A}$

verano

$Q_{cond\text{norte}} = \text{N/A}$

$Q_{cond\text{este}} = 36.13 \text{ W/m}^2$

$Q_{cond\text{oeste}} = \text{N/A}$

$Q_{cond\text{sur}} = \text{N/A}$

$Q_{cond\text{horiz.}} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

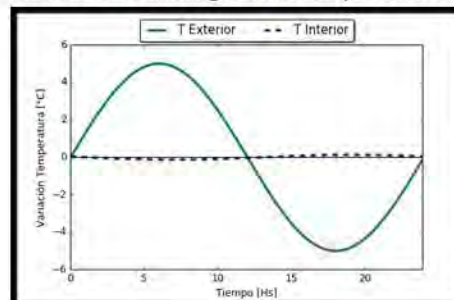
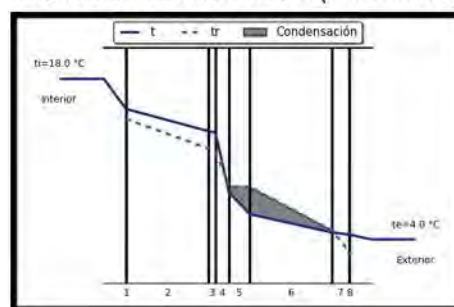


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

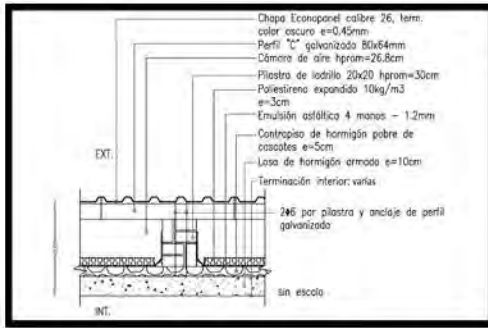
NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT 1150, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.



C1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa de hormigón armado maciza c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1337.51 Kg/m² (por pilastra de ladrillo) / 950.93 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.530 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por cámara}} = 0.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por pilastra}} = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por cámara}} = 606.20 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por pilastra}} = 992.38 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por cámara) = 9.78 Hs / ϕ (por pilastra) = 22.86 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.014 / μ (por pilastra) = 0.018

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	por câmara	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial		SI	NO		SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 60.19°C

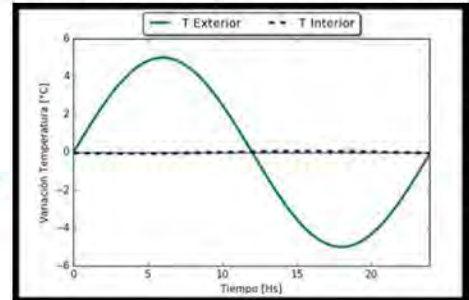
Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno	$ts_{\text{vert.}} = \text{N/A}$	verano	$ts_{\text{Xnorte}} = \text{N/A}$
	$ts_{\text{horiz.}} = 18.81^\circ\text{C}$		$ts_{\text{Xeste}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xoeste}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xsur}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xhoriz.}} = 25.92^\circ\text{C}$

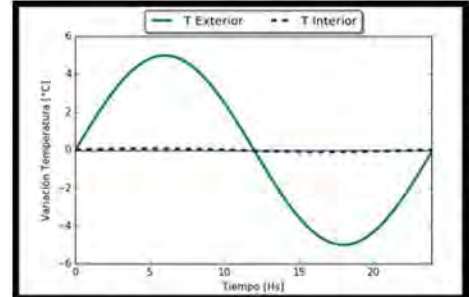
Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

invierno	$Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$	verano	$Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
	$Q_{\text{condhoriz.}} = 16.56 \text{ W/m}^2$		$Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condhoriz.}} = 58.86 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

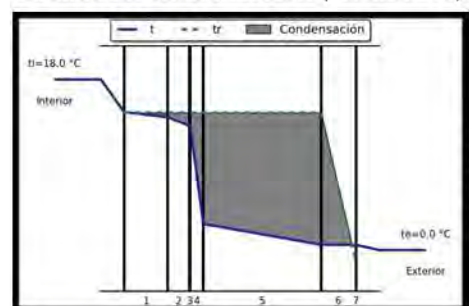


por cámara

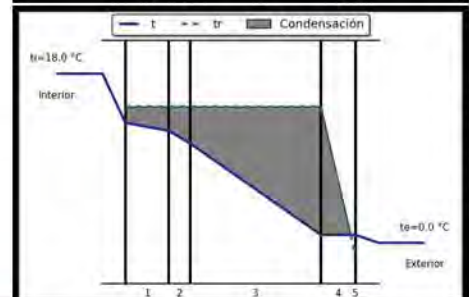


por pilastra

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por pilastra

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3349,78
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higrotérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinúa la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y ocasionar el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso nocturno)

Text = 15.0°C

HRExt = 87.8%

Tint = 19.4°C

HRint = 65%

CO2min = 503 ppm

CO2max = 583 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 18/08.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente el día auditado, desprendió como valor máximo 583 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

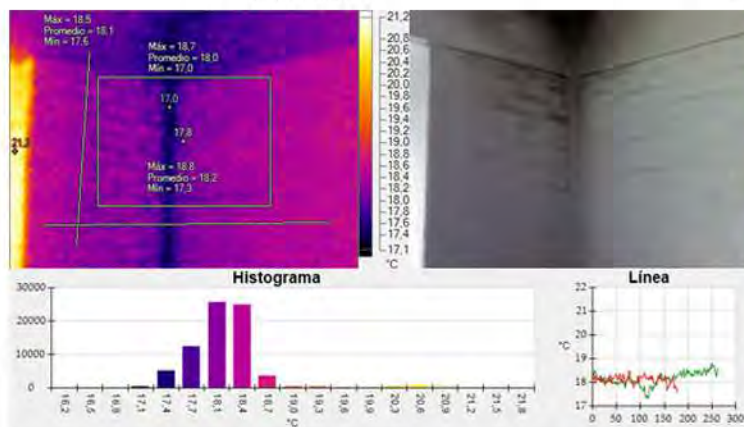
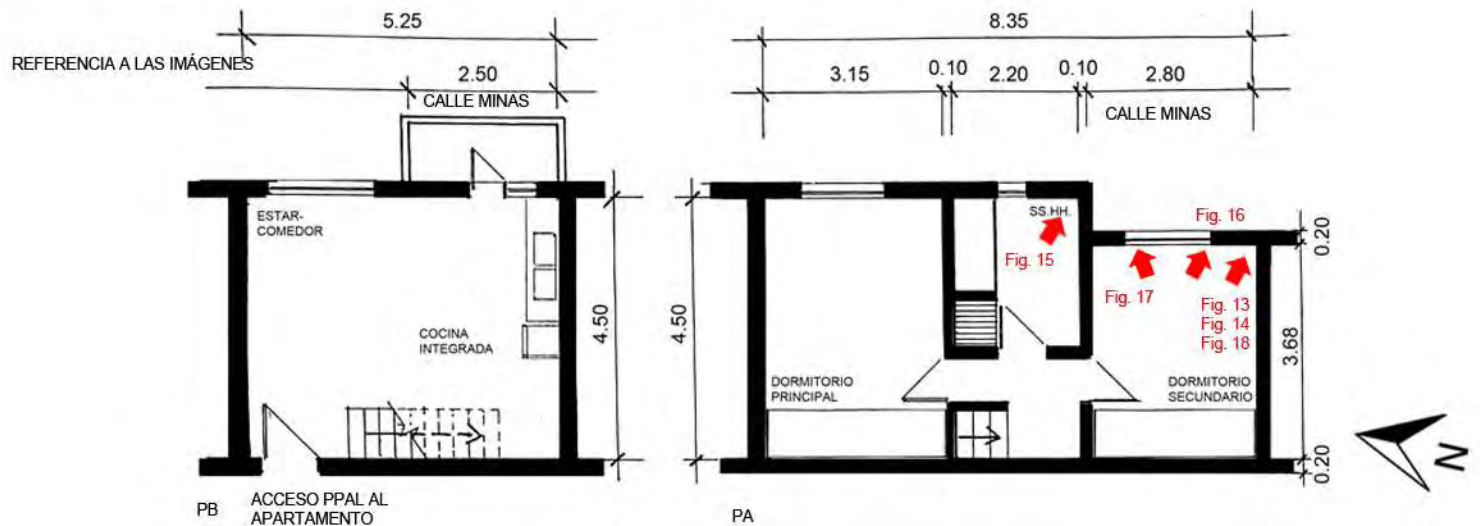


Fig. 13_Termograma e imagen real de triedro superior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

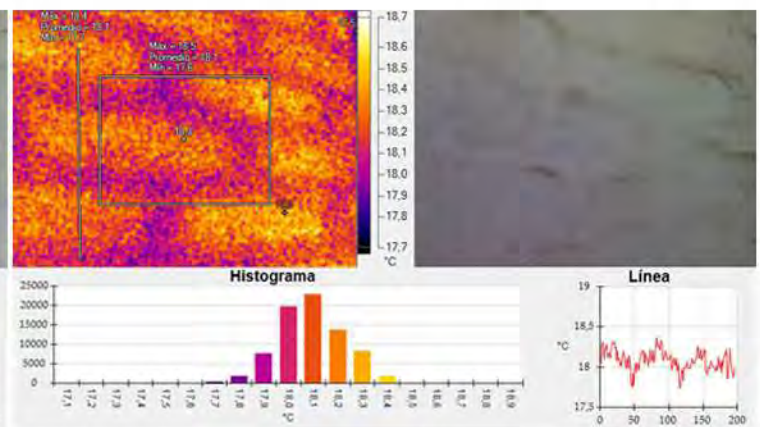


Fig. 14_Termograma e imagen real de paño central pared ext.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

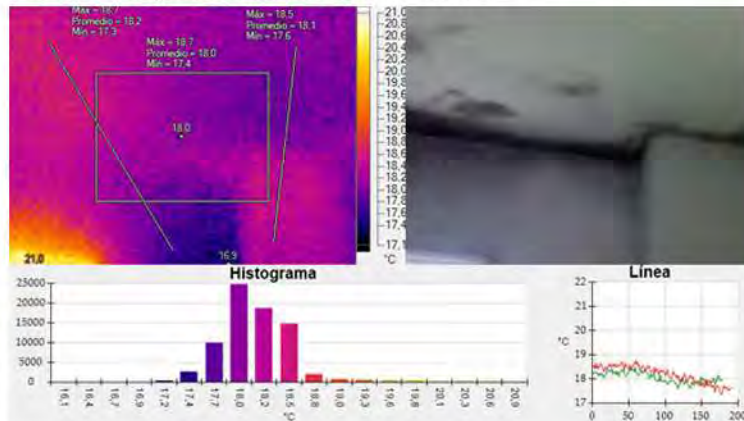


Fig. 15_Termograma e imagen real de cielorraso del baño
Fuente: imágenes tomadas por la autora

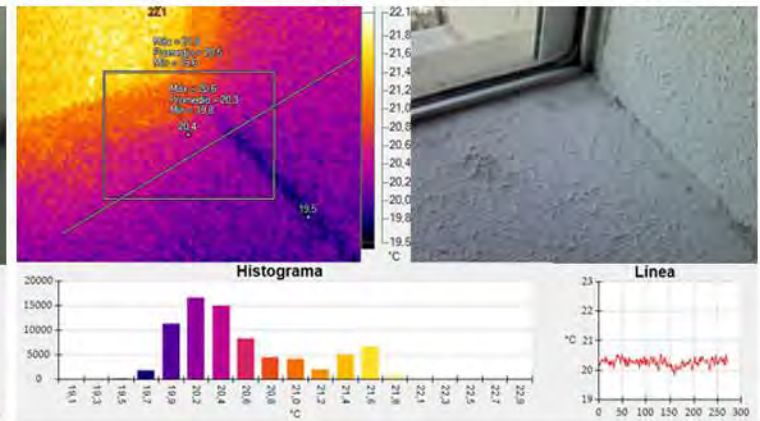


Fig. 16_Termograma e imagen real de moqueta en dormit. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

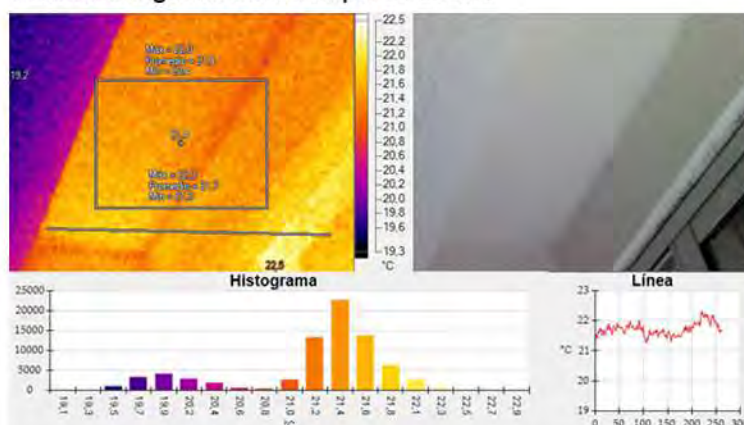


Fig. 17_Termograma e imagen real de dintel de dormit. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

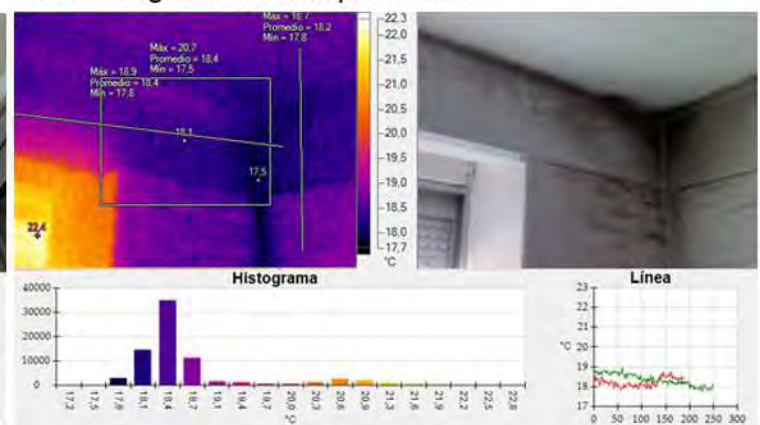


Fig. 18_Termograma e imagen real de triedro superior de dormit. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 18 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre, verde grisáceo y negro, dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.13, 16 y 18).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 18 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 13, 16, 18), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad). Otra observación interesante es el puente térmico constructivo que se genera por el mortero de toma de los ladrillos macizos de las paredes que están solo bolseadas y pintadas (Fig. 14)

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que no hay humedad debida a filtraciones puntuales o accidentes en instalaciones.

En zona puntual de ingreso de agua debida a filtración puntual por abertura (que son poco estancas en este sentido y además pueden estar mal selladas, o con el material de sello envejecido), no se evidencia humedad contenida en el sustrato de las moquetas, lo que indica que el agua que ingresa alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en ampollado de la pintura y manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 16 y 27). A pesar de ello, la cantidad de agua que ingresa es suficiente para generar las condiciones ideales para que lleguen a proliferar hongos.

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

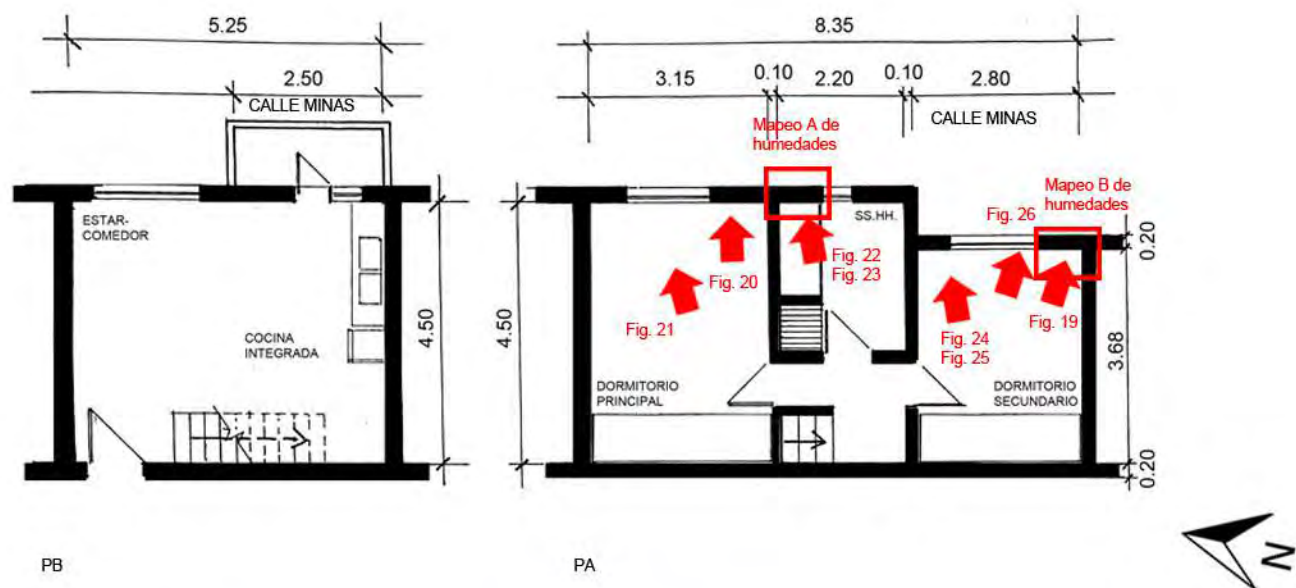


Fig. 19_Det. mohos en triedro superior
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. de mohos en pared ext.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Fach. ext. de dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. mohos en baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Det. mohos en dorm. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Fach. ext. de dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Det. mohos en triedro sup.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Det. mocheta en dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

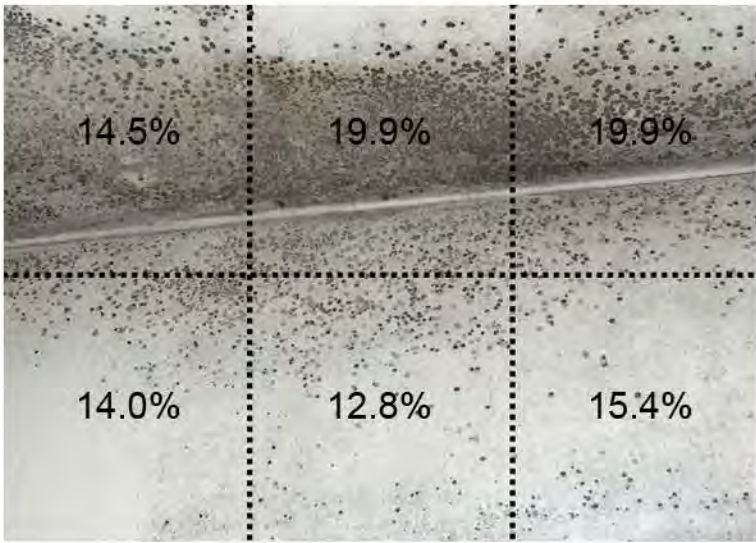


Fig. 28_Mapeo A de humedad en sector cielorraso del baño
Fuente: Elaboración propia

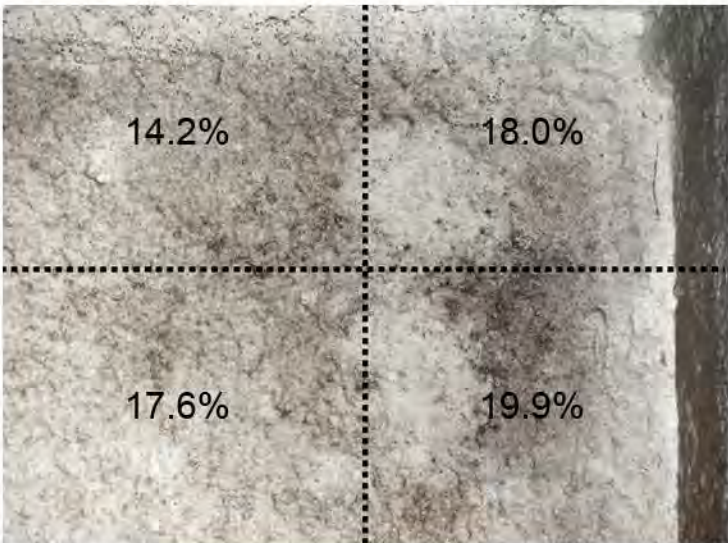


Fig. 29_Mapeo B de humedad en sector pared del dormitorio principal
Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

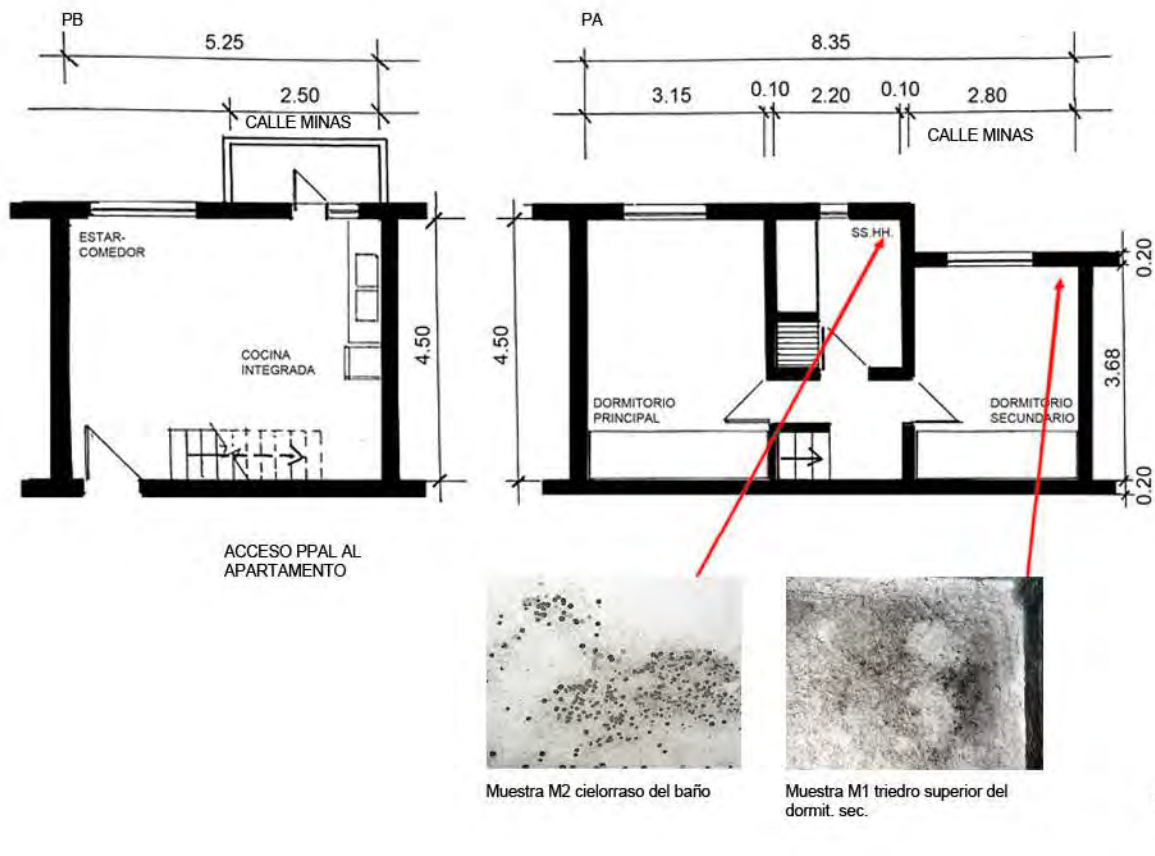


Fig. 30_Preparación de hisopo estéril para tomar la muestra
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 31_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso del baño (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 32_Toma de muestra con cinta en cielorraso de baño (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 33_Det. de mohos en dintel en el baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 34_Toma de muestra con hisopo estéril en el dormit. sec. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 35_Toma de muestra con cinta en el dormit. sec. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 36_Det. de mohos en dormit. sec.(M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 38_ *Cladosporium* sp. encontrado en el baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 39_ *Penicillium chrysogenum* encontrado en el dormit. sec. (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Triedro superior dormitorio sec. M1 - *Penicillium chrysogenum*
Cielorraso baño M2 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

2 habitantes: una señora mayor (de alrededor de 70 años) y una mujer joven (menor de 30 años)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? SI
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí, todos los días

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, esto se ve aumentado por el hecho de tratarse de un ambiente único lo que es cocina-comedor-estar, debido a que no se están evacuando correctamente los vapores producidos por cocción, limpieza y procesos termorreguladores propios del ser humano. Los ambientes mas húmedos son los dormitorios en la planta alta
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretudo durante el invierno, los locales son más fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? NO
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire acondicionado en dormitorio principal

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones SI

La propietaria que es una señora mayor, sufre de un síndrome que produce dolor e inflamación crónica de las articulaciones: fibromialgia

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>
[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Ansina 1006 apto 101 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 25 de agosto de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento de 3 dormitorios + 1 baño

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

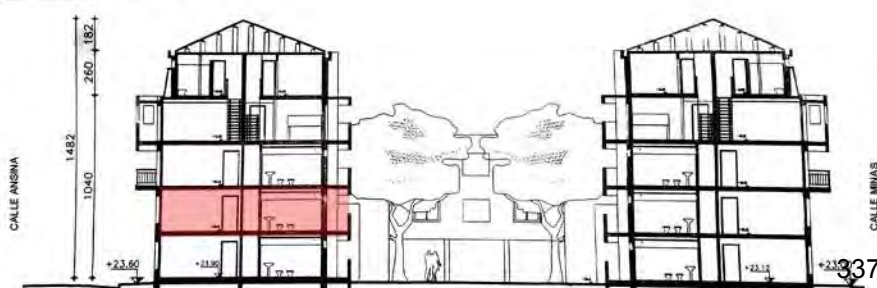
Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y baño), dado que la propietaria no estaba dispuesta a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

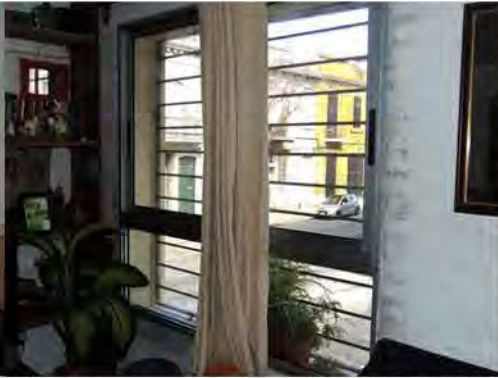


Fig. 6_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen de la biblioteca en estar
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

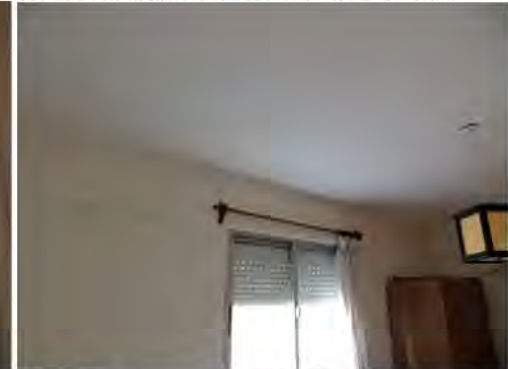


Fig. 10_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de mejor entendimiento del estudio de caso

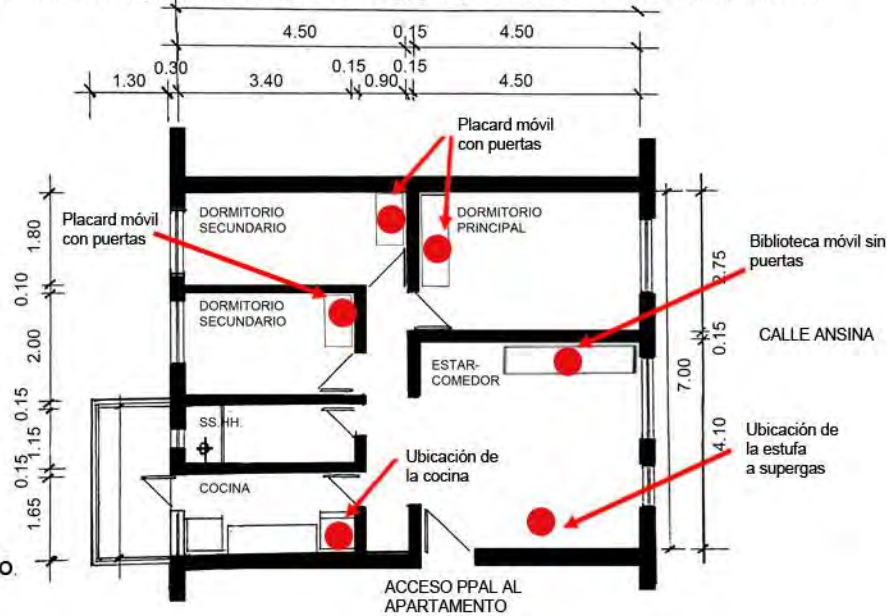
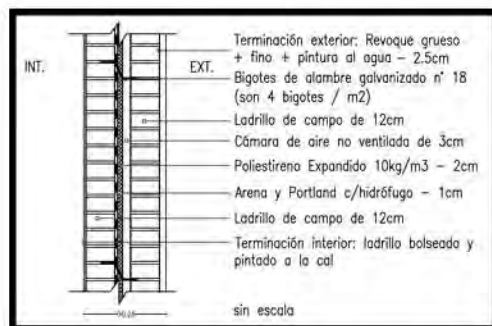


Fig. 11_Planta del apartamento.
Fuente: elaboracion propia



M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 41.19°C

Plano Oeste = 47.82 °C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = 25.59^\circ\text{C}$

$tsX_{oeste} = 25.48^\circ\text{C}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = 36.13 \text{ W/m}^2$

$Q_{condoeste} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{condsur} = \text{N/A}$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

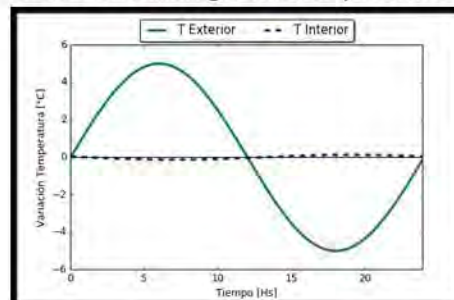
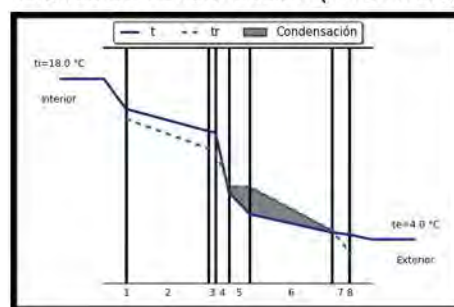


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona termica de uso diurno)

Text = 8.0°C

HRExt = 70.6%

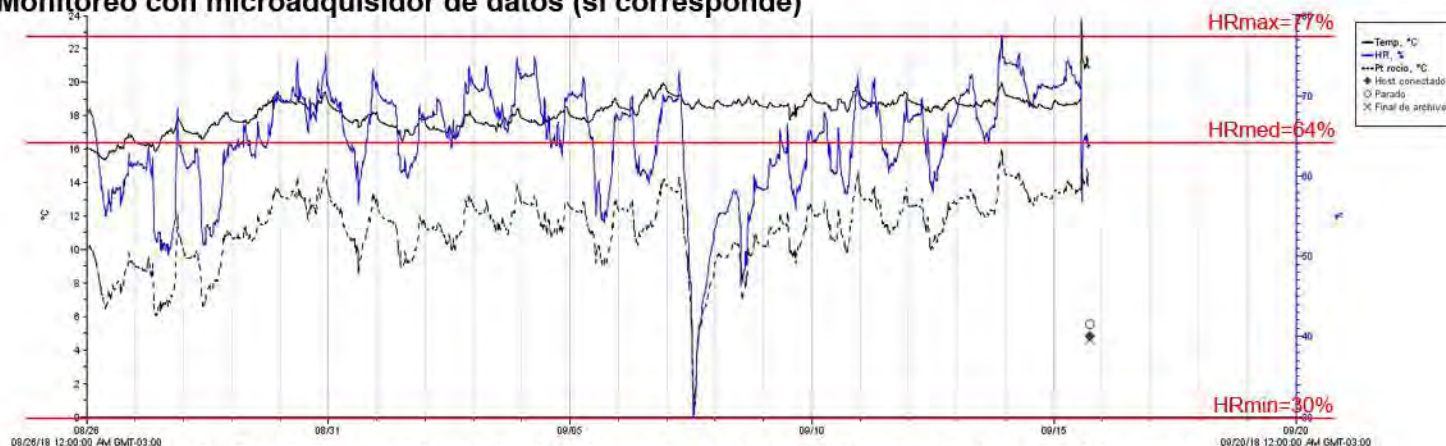
Tint = 15.3°C

HRint = 47%

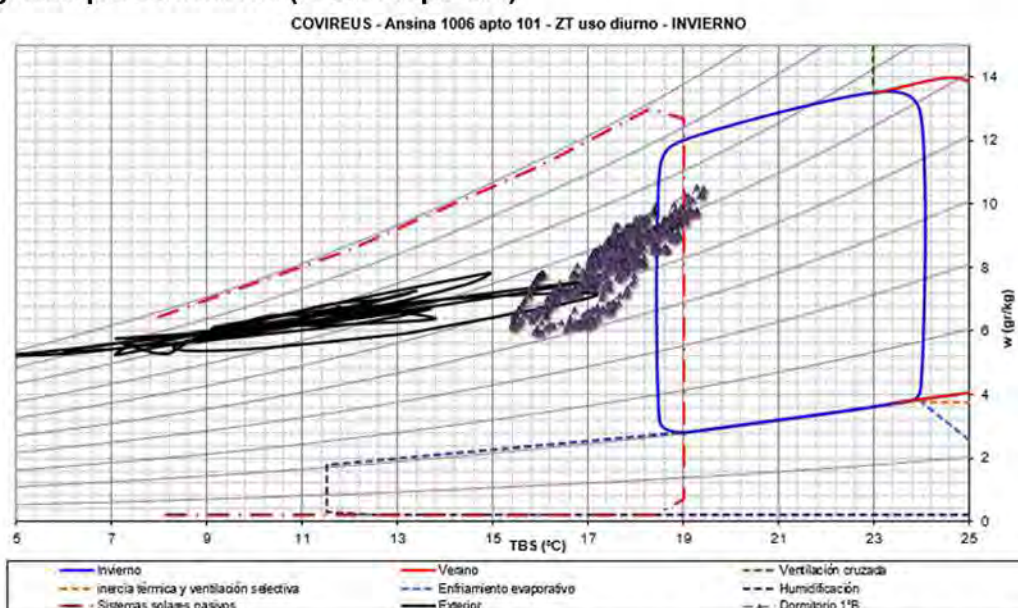
CO2min = 550 ppm

CO2max = 557 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)



Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)



OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante veinte días del periodo riguroso de invierno: 26/08 al 15/09

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- las temperaturas interiores están mucho más contenidas y contemplan un menor salto térmico que las exteriores (mayor amortiguamiento). En el periodo auditado fluctuaron dentro de 15 a 19°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son solo del orden de 1 a 2°C,

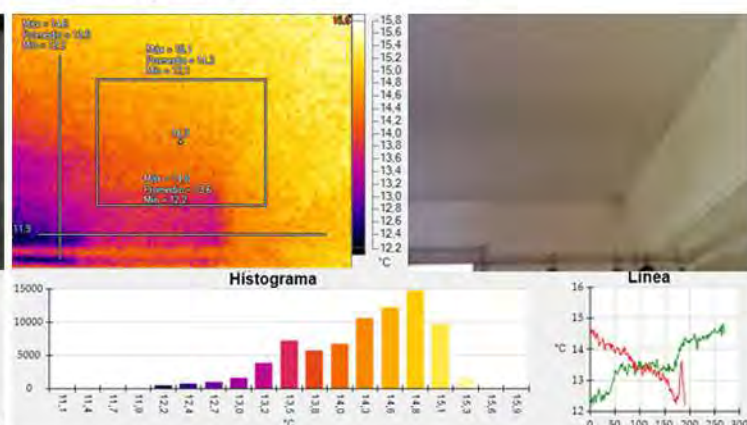
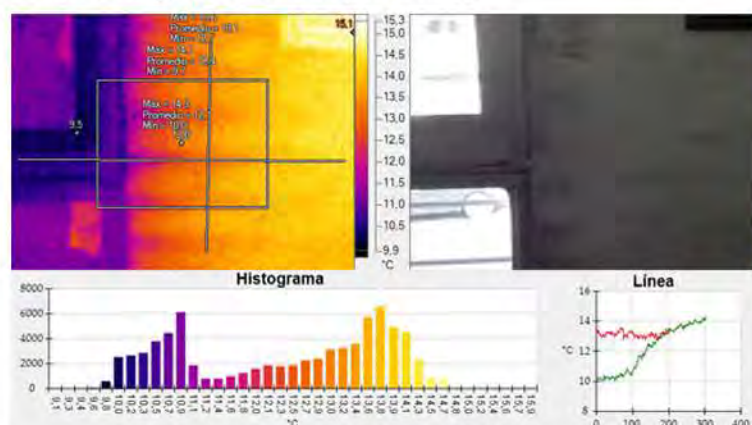
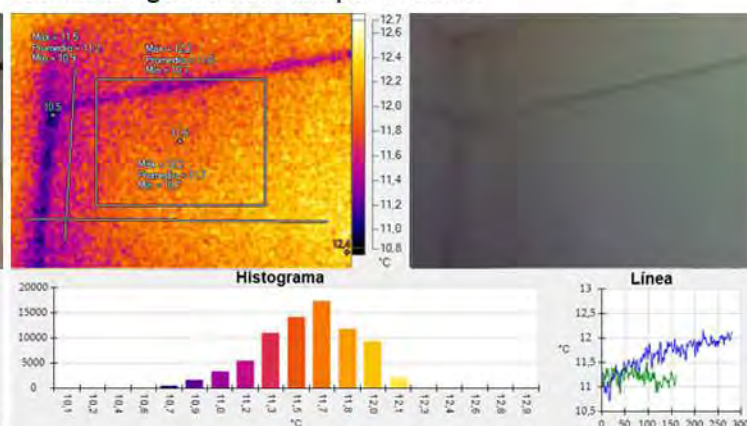
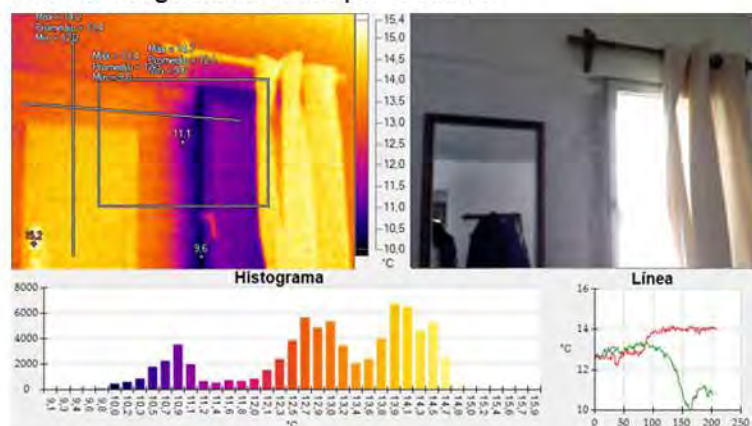
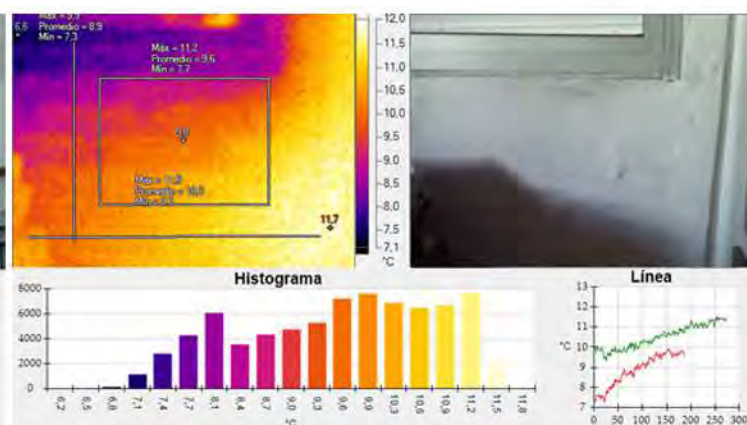
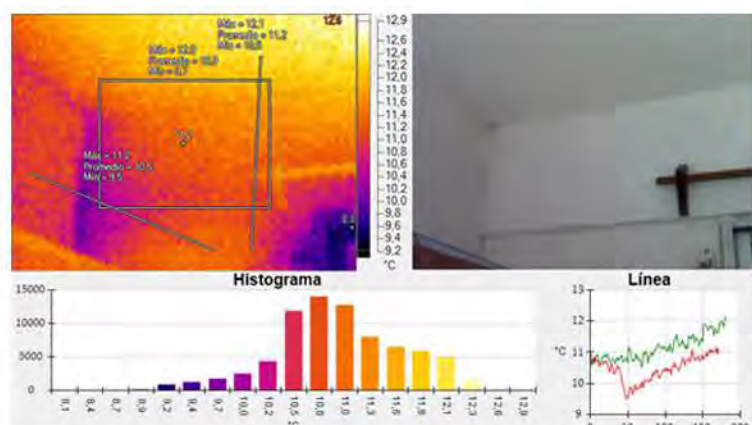
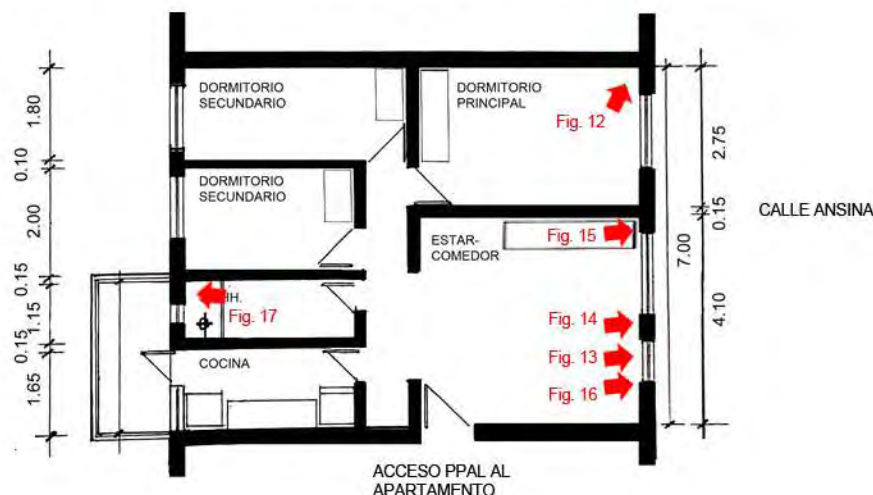
La humedad relativa interior fue bastante heterogénea en el período de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación de la vivienda, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire. Se dieron picos máximos de 7%, siendo la HRmedia de 64%.

- Durante el invierno, la mayor parte de los días de la zona térmica de uso diurno se encontraron fuera de la zona de confort. No obstante, esto verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que la casa es bastante fría durante el invierno y neutral durante el verano.

- Respecto a los valores de CO₂, la medición instantánea en el ambiente el día auditado, desprendió como valor máximo 557 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según ella, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO₂ no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES



Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 12 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre, verde grisáceo y negro, dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.12, 13, 15 y 17).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 12 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 12, 13, 14), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad). Otra observación interesante es el puente térmico constructivo que se genera por el mortero de toma de los ladrillos macizos de las paredes que están solo bolseadas y pintadas (Fig. 16)

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que no hay humedad debida a filtraciones puntuales o accidentes en instalaciones.

Por otro lado, la terminación interior texturada, en la zona de antepechos, el agua producto de la escorrentía superficial de las aberturas condensadas, queda depositada en las oquedades, generando así condiciones óptimas para la proliferación de hongos y mohos (Fig. 24)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

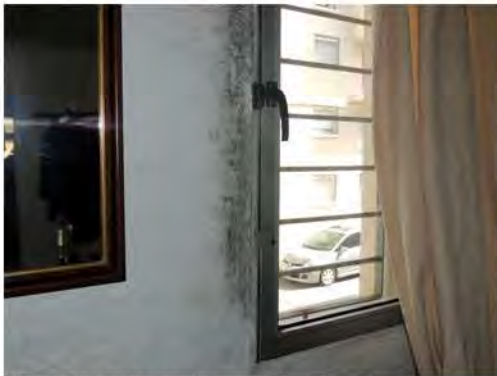
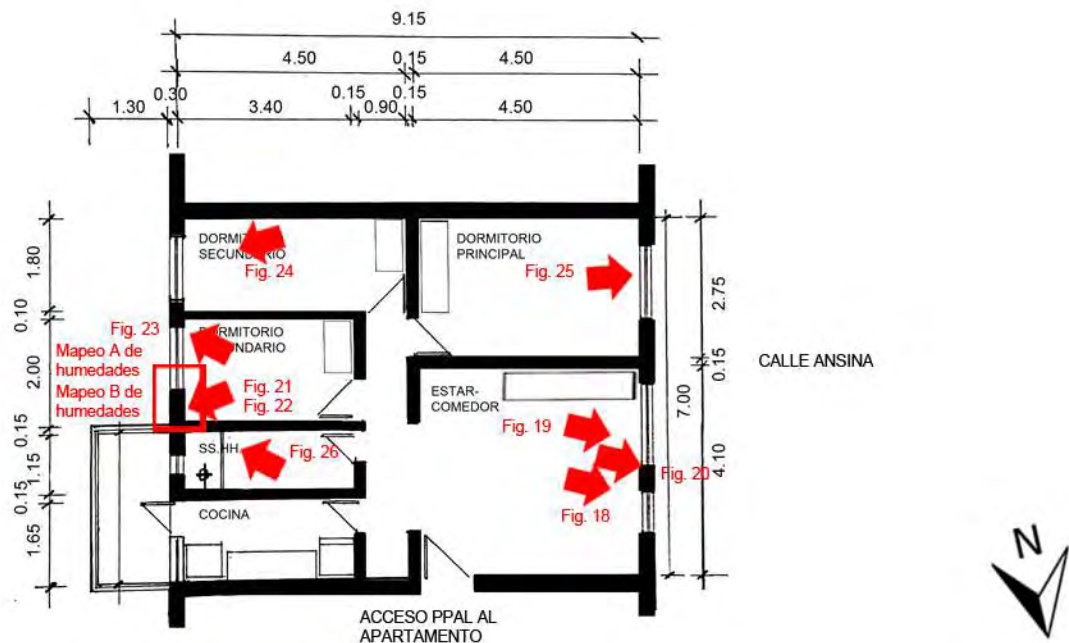


Fig. 18_Det. mohos en jamba de abert.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 19_Det. mohos en antepecho
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. mohos en jamba de abert.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Det. antepecho dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. dintel en dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. mohos en cortina de enrollar
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Detalle mohos en revest. interior
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Det. antepecho en dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Det. cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

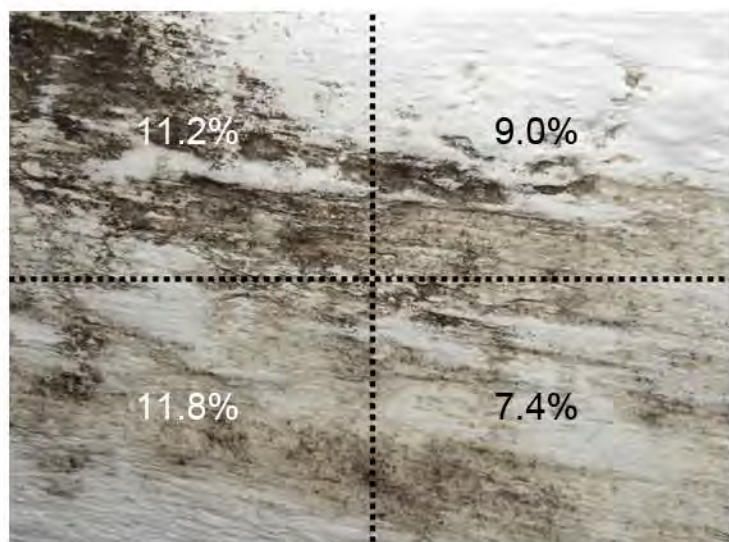


Fig. 27_Mapeo A de humedad en sector antepecho de dormitorio secundario

Fuente: Elaboración propia

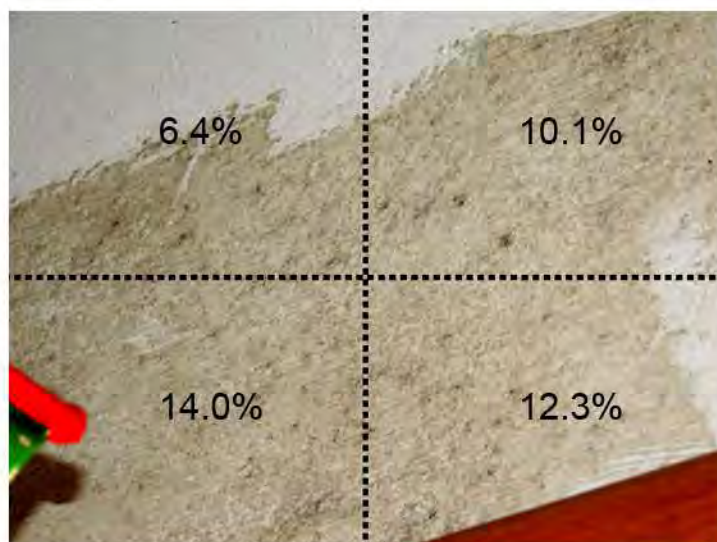


Fig. 28_Mapeo B de humedad en sector dintel de dormitorio secundario

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

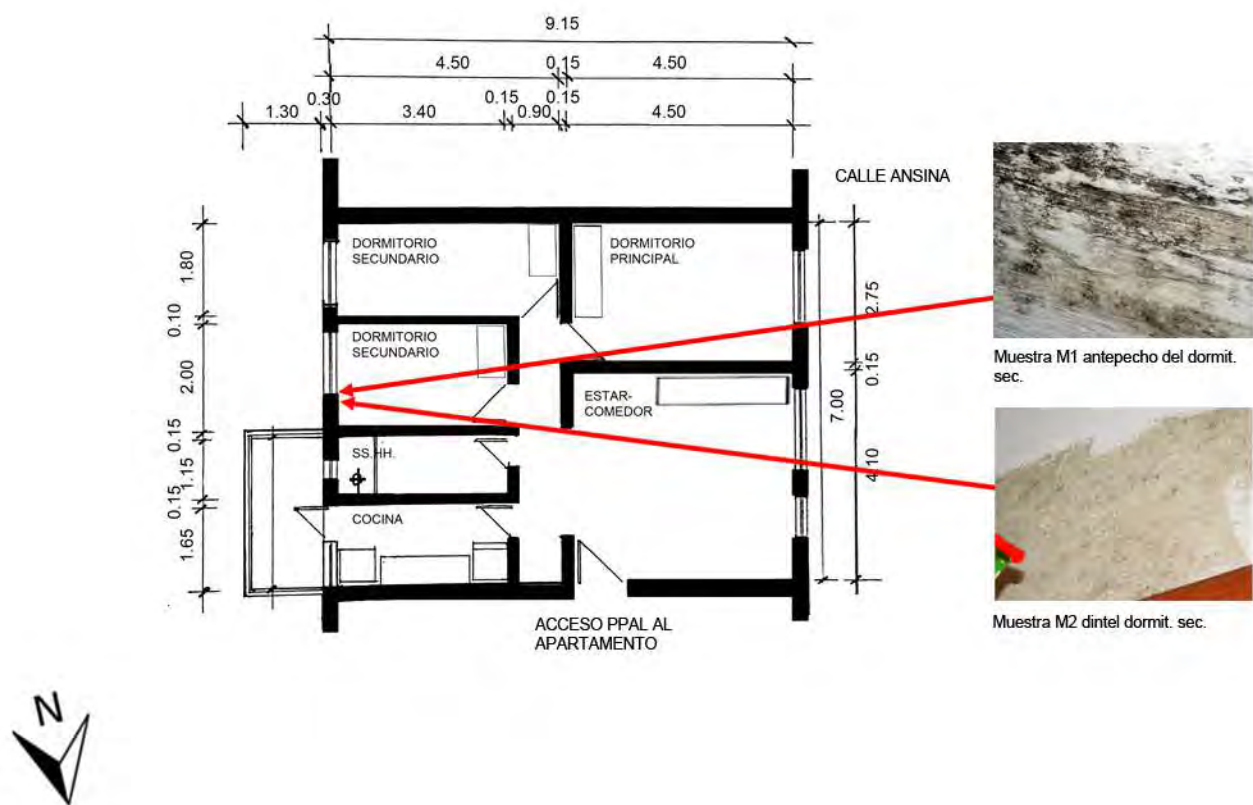


Fig. 29_Preparación de hisopo estéril para tomar la muestra
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 30_Toma de muestra con hisopo estéril en antepecho de dormit. sec. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 31_Toma de muestra con cinta en antepecho de dormit. sec. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 32_Det. de antepecho enmohecido en dormit. sec. (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 33_Toma de muestra con hisopo estéril en dintel de dormit. sec. (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 34_Toma de muestras con cinta en dintel de dormit. sec. (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 35_Det. de mohos en dintel de dormit. sec. (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora

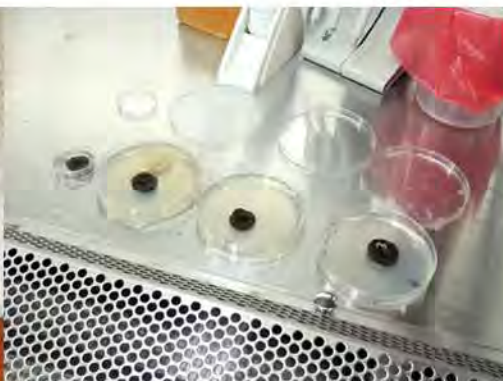


Fig. 36_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37_ *Cladosporium* sp. encontrado en el dormit. sec. (M1 y M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 38_ *Aspergillus versicolor* encontrado en el dormit. sec. (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Antepecho dormitorio sec. M1 - *Cladosporium* sp.
Dintel dormitorio sec. M2 - *Cladosporium* sp.
- *Aspergillus versicolor*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes fijos: una pareja joven (de alrededor de 40 años) y una niña (menor de 5 años)

Eventualmente viven 2 niños más, hijos de uno de los conyuges.

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? SI
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí, todos los días y en varios momentos del día. De hecho los usuarios manifiestan que pasan mucho frío a causa de ventilar en tantos momentos

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? No
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? No
- ¿tiene la sensación de sequedad? No
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Minas 1007 apto 102 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 25 de agosto de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento de 3 dormitorios + 1 baño

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

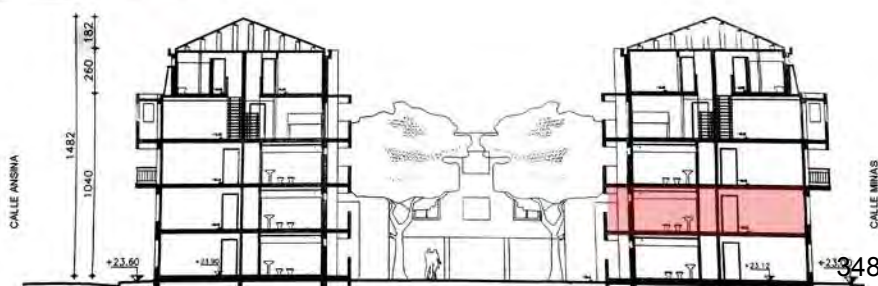
Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y baño), dado que el propietario no estaba dispuesto a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

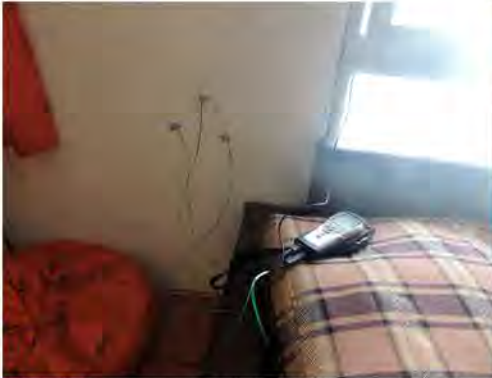


Fig. 6_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



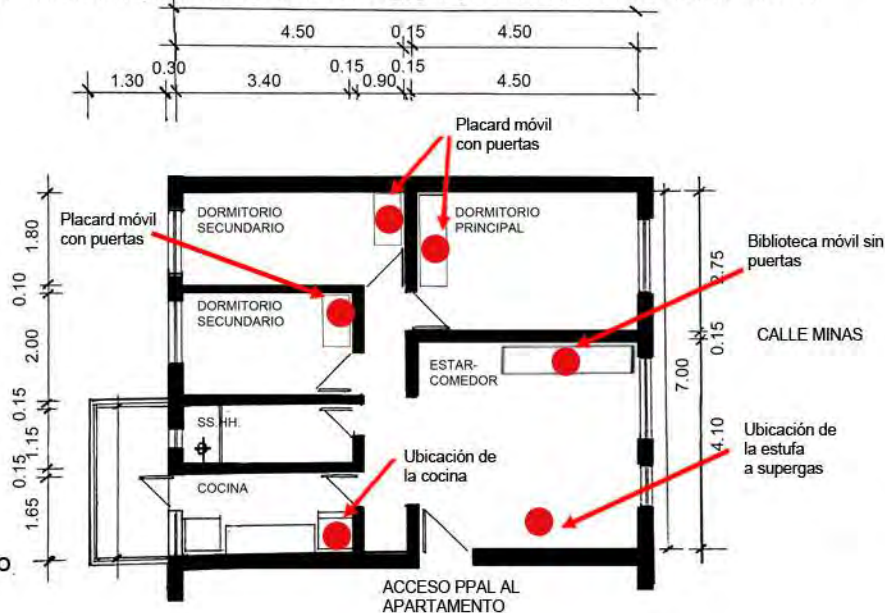
Fig. 9_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

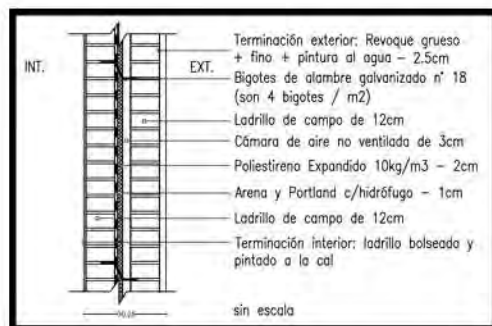


Fig. 10_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de mejor entendimiento del estudio de caso





M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según

UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A

/ Plano Este = 41.19°C

Plano Oeste = 47.82 °C

/ Plano Sur = 33.79°C

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = 25.59^\circ\text{C}$

$tsX_{oeste} = 25.48^\circ\text{C}$

$tsX_{sur} = 25.18^\circ\text{C}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = 36.13 \text{ W/m}^2$

$Q_{condoeste} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{condsur} = 30.06 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

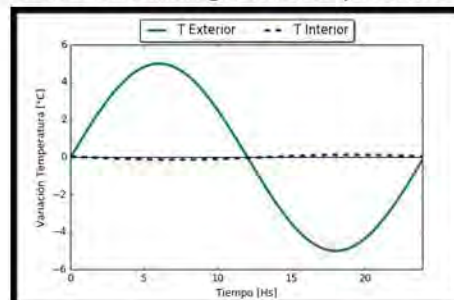
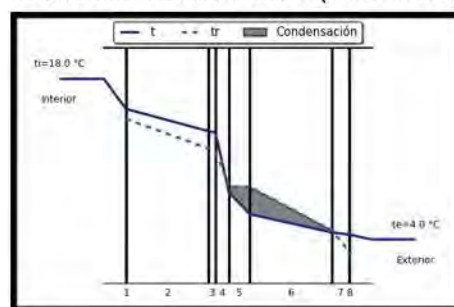


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65

(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona termica de uso diurno)

Text = 8.0°C

HRExt = 70.6%

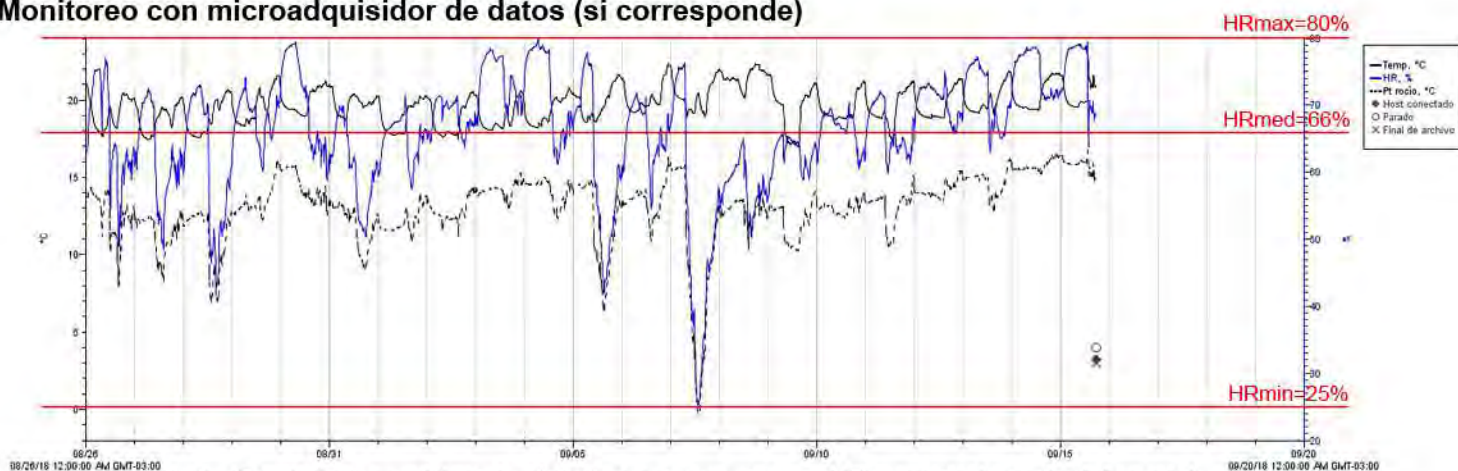
Tint = 18.2°C

HRint = 52%

CO2min = 1110 ppm

CO2max = 1605 ppm

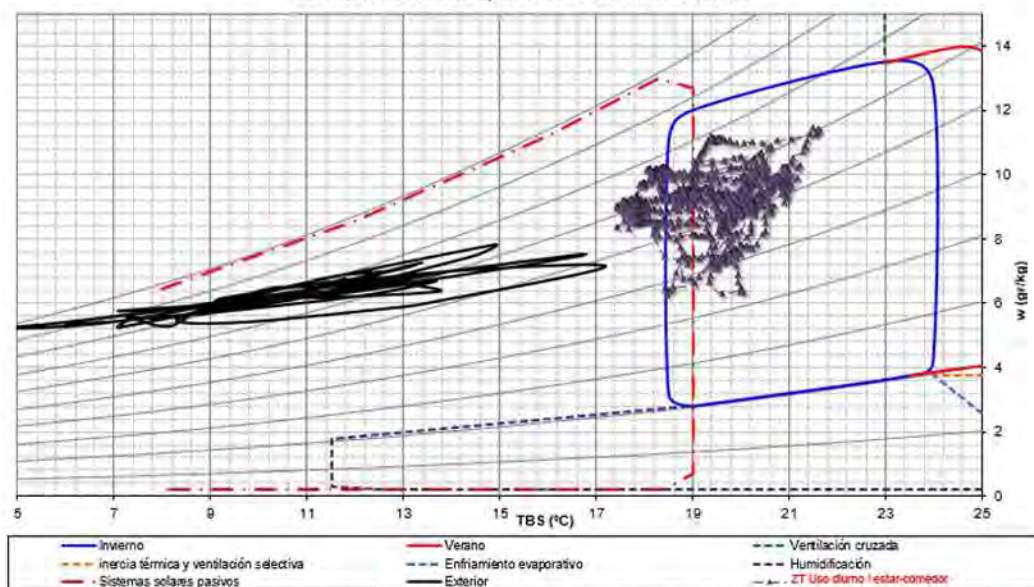
Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)



Fuente: gráficos provistos por el software de HOBO ONSET

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

COVIREUS - Minas 1007 apto 102 - ZT uso diurno - INVIERNO



OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante veinte días del periodo riguroso de invierno: 26/08 al 15/09

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- las temperaturas interiores están mucho más contenidas y contemplan un menor salto térmico que las exteriores (mayor amortiguamiento). En el periodo auditado fluctuaron dentro de 17 a 23°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son solo del orden de 2 a 3°C,

La humedad relativa interior fue bastante heterogenea en el período de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación de la vivienda, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire. Se dieron picos máximos de 80%, siendo la HRmedia de 66%.

- Durante el invierno, la mayor parte de los días de la zona térmica de uso diurno se encontraron dentro de la zona de confort. No obstante, esto no verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que la casa es bastante fría durante el invierno y neutral durante el verano, por ello realizan un uso excesivo de la calefacción.

- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, desprendió como valor máximo 1605 ppm, valor que se encuentra excediendo en el orden de 60% los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según ella, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm)

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

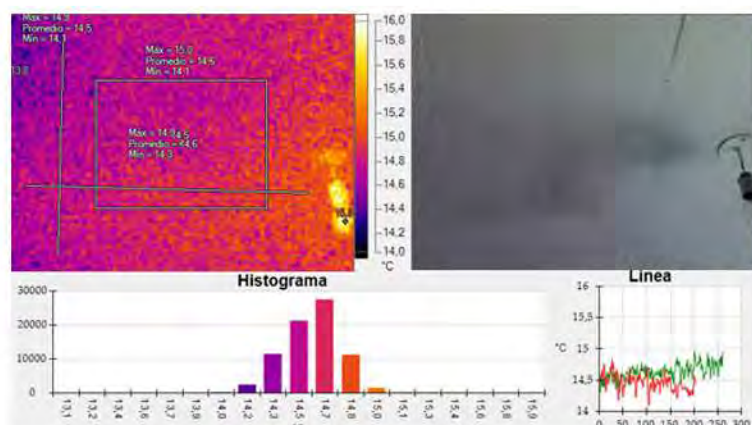


Fig. 12_Termograma e imagen real de cielorraso del baño
Fuente: imágenes tomadas por la autora

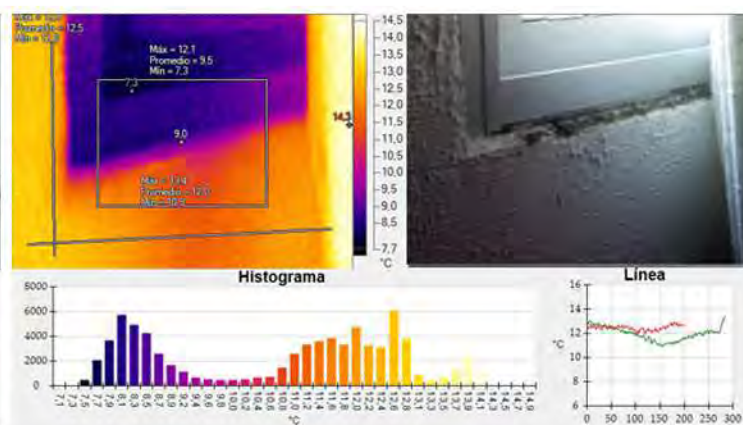


Fig. 13_Termograma e imagen real de antepecho enmohecido
Fuente: imágenes tomadas por la autora

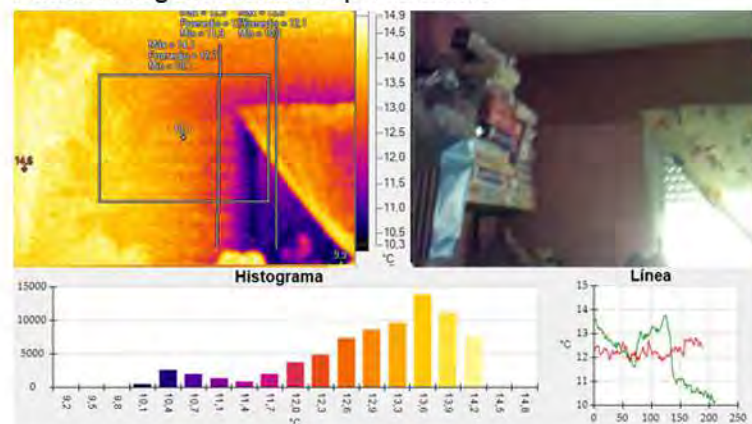


Fig. 14_Termograma e imagen real de pared de dormit. sec.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

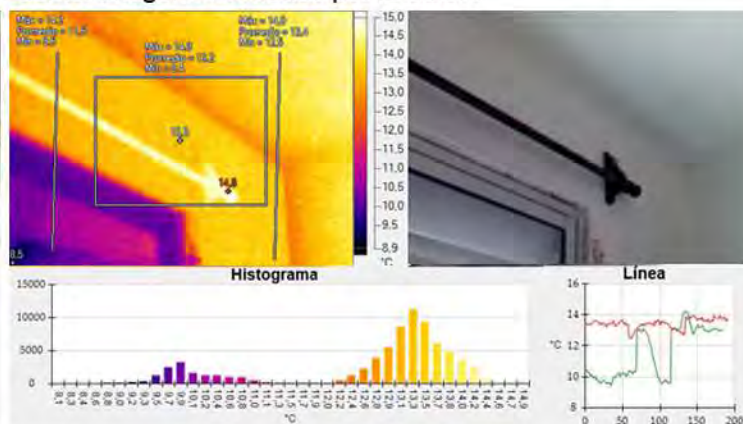


Fig. 15_Termograma e imagen real de dintel ende dormit. ppal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

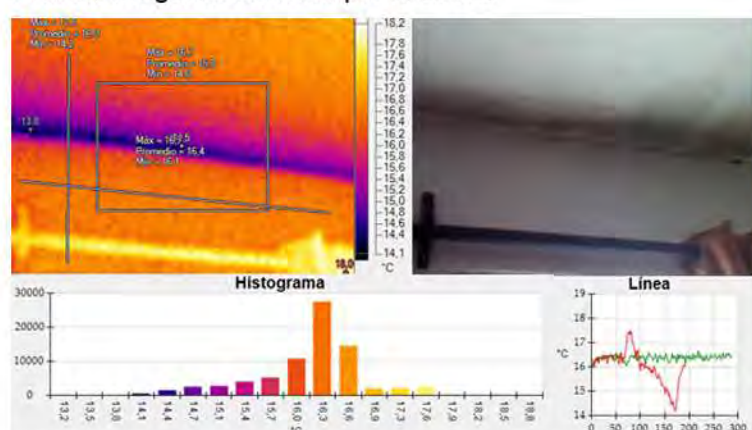


Fig. 16_Termograma e imagen real de dintel de estar-com.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

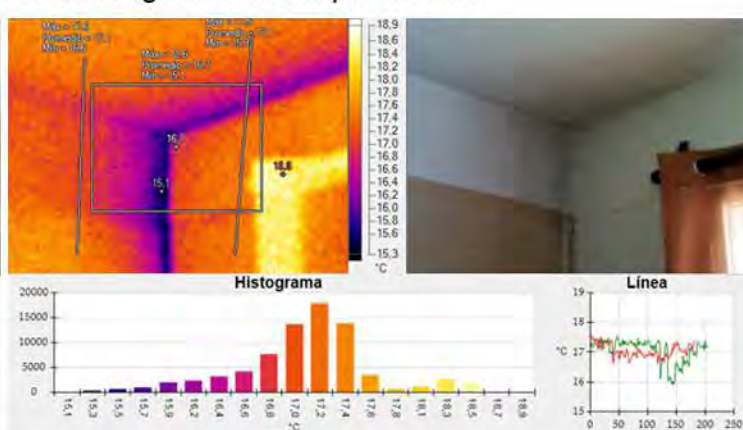


Fig. 17_Termograma e imagen real de triedro superior en estar-comedor
Fuente: imágenes tomadas por la autora

OBSERVACIONES DE LOS TERMOGRAMAS

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 17 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs. 13, 15, 16 y 17).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 17 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 13, 14, 17), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad).

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que no hay humedad debida a filtraciones puntuales o accidentes en instalaciones.

Por otro lado, la terminación interior texturada, en la zona de antepechos, el agua producto de la escorrentía superficial de las aberturas condensadas, queda depositada en las oquedades, generando así condiciones óptimas para la proliferación de hongos y mohos (Figs. 13 y 23)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

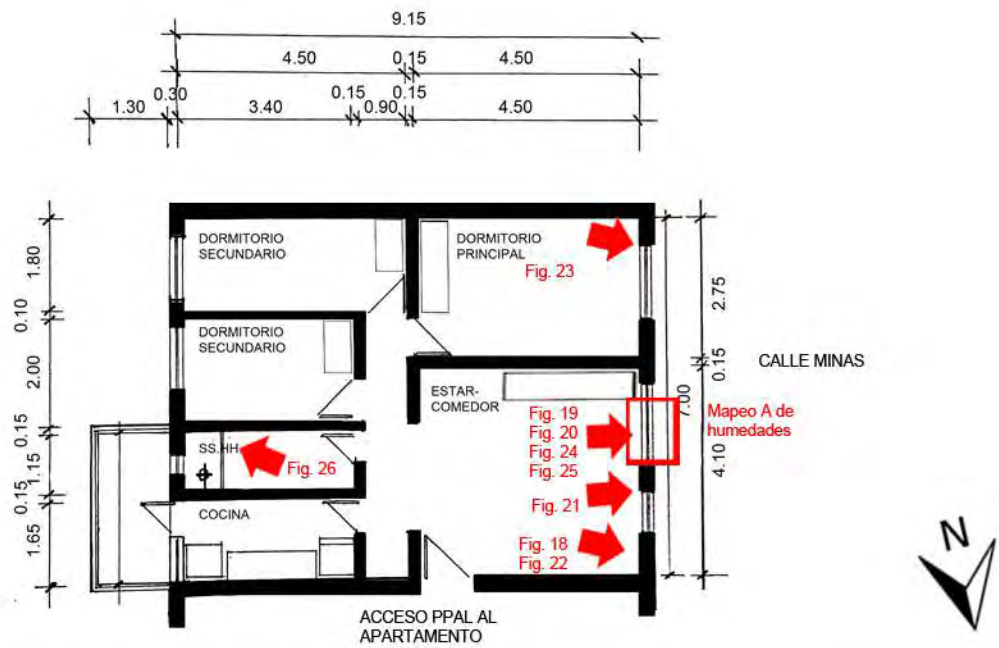


Fig. 18_Triedro sup. en estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 19_Det. dintel en estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. antepecho en estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora

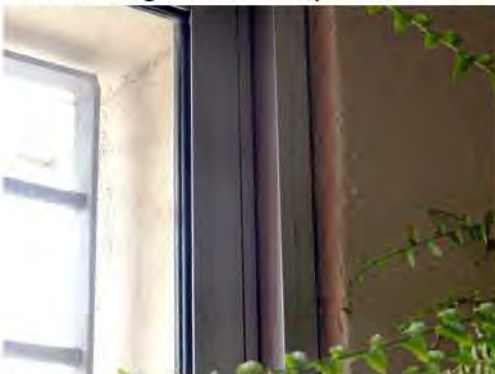


Fig. 21_Det. marco abertura condensado
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. triedro sup. estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. mohos y marco condensado
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Det. cielorraso estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Det. mohos cielorraso estar-com.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Det. cielorraso de baño
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

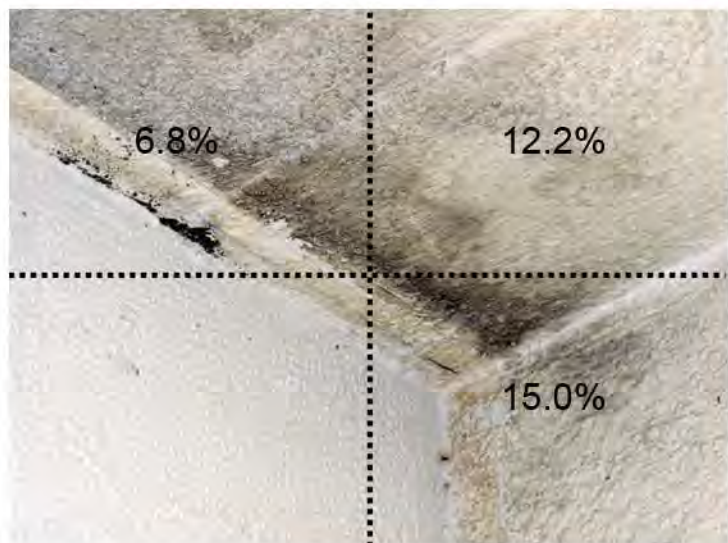
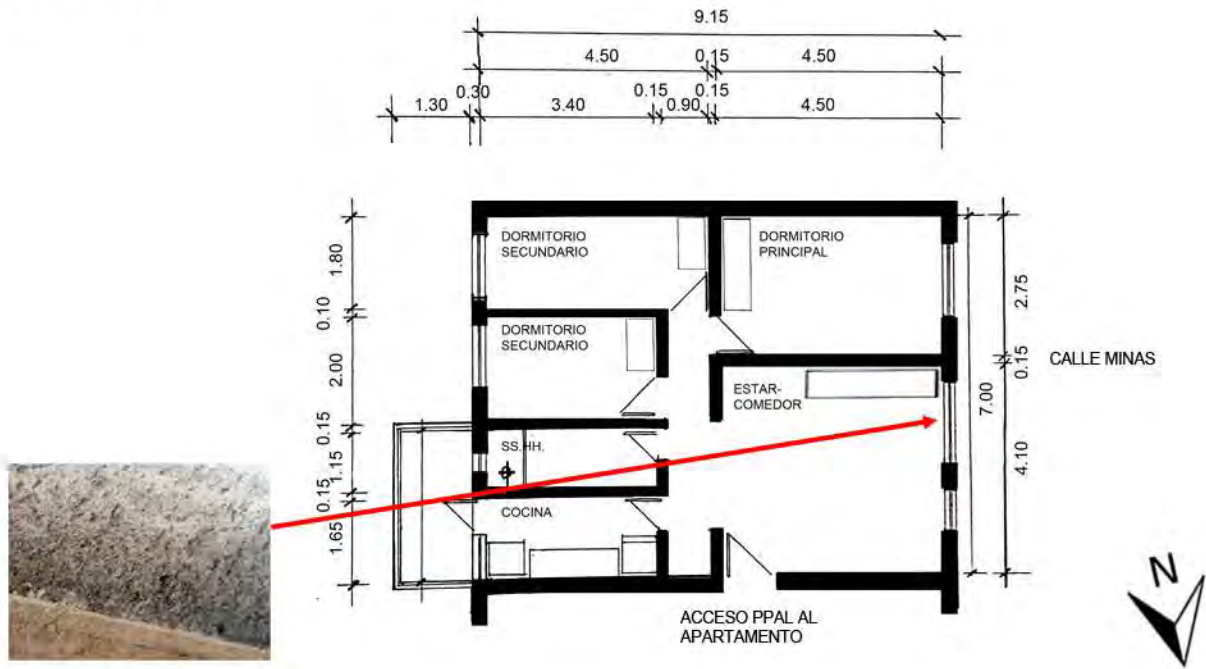


Fig. 27_Mapeo A de humedad en sector cielorraso del estar-comedor

Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

REFERENCIA A LAS IMÁGENES



Muestra M1 cielorraso del estar-comedor



Fig. 28_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso de estar-comedor (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 29_Toma de muestra con cinta en cielorraso de estar-comedor (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 30_Det. de cielorraso de estar-comedor (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 31_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 32_*Cladosporium* sp. encontrado en el cielorraso del estar-comedor (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso estar-comedor M1 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

4 habitantes fijos: una pareja joven (de alrededor de 45 años) y dos hijas (una menor de 5 años, otra menor de 15)
Eventualmente visitan otros familiares (primos) y se quedan a dormir, pueden ser unas 5 o 6 personas más.

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? No
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no, aunque se percibe un ambiente húmedo y sin aire
- ¿se ventila la casa en invierno? Los usuarios dicen que si

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Si
- ¿la humedad produce calor? Si
- ¿la humedad produce frío? No
- ¿tiene la sensación de sequedad? No
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos NO

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista representativa de la fachada principal de Covicordon
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Carlos Quijano 890 apto 206 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 1 de setiembre de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento de 3 dormitorios + 1 baño

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de simple hoja de bloque de hormigón revestido exteriormente con sistema de aislamiento térmico exterior (EIFS) con alma de poliestireno expandido; revestido interiormente con yeso y barrera de vapor; cubierta plana de losa prefabricada de hormigón, c/aislamiento térmico en el cielloraso y terminación exterior transitable de piso cerámico

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2011 - a la fecha (el edificio se encuentra sin terminar en zonas de espacios comunes)

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

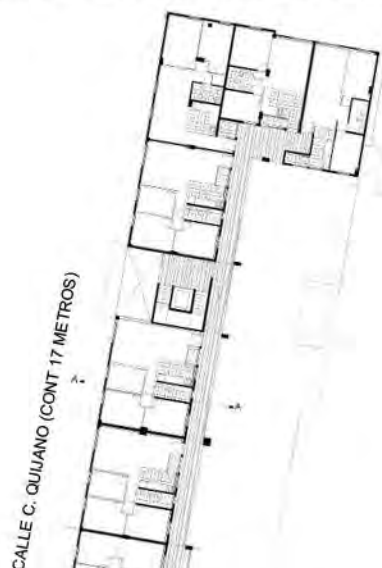


Fig. 3_ Planta y alzados generales de referencia, con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el IAT CEDAS, instituto encargado del proyecto arquitectónico de Covicordon.

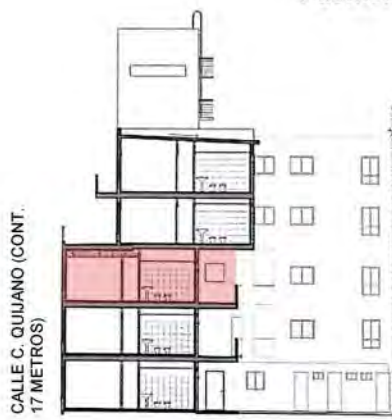
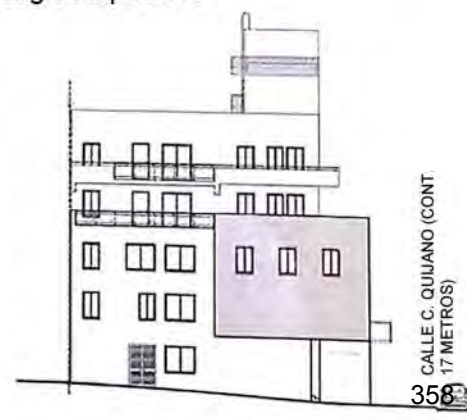


Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado los dormitorios y el baño), dado que los propietarios no estaban dispuestos a que se tomaran imágenes generales del inmueble y de los locales del área privada.

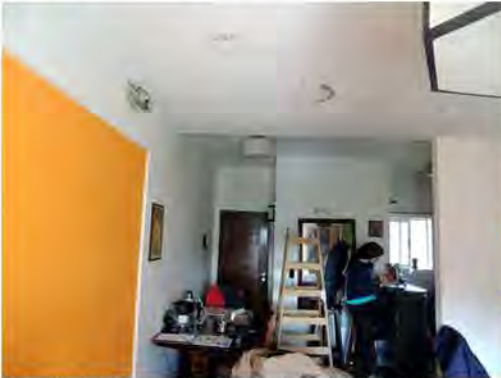


Fig. 5_Imagen de la cocina integrada
Fuente: imagen tomada por la autora

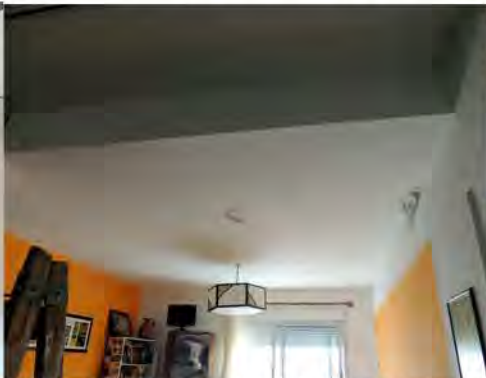


Fig. 6_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen de la estufa a supergas
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen de la doble ventana de la fachada ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora

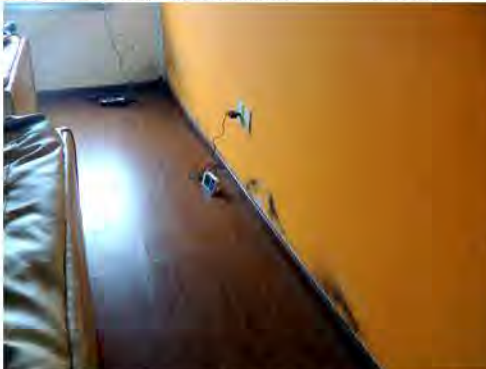


Fig. 9_Imagen parcial del estar comedor a nivel de zócalo
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_imagen parcial de fachada ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

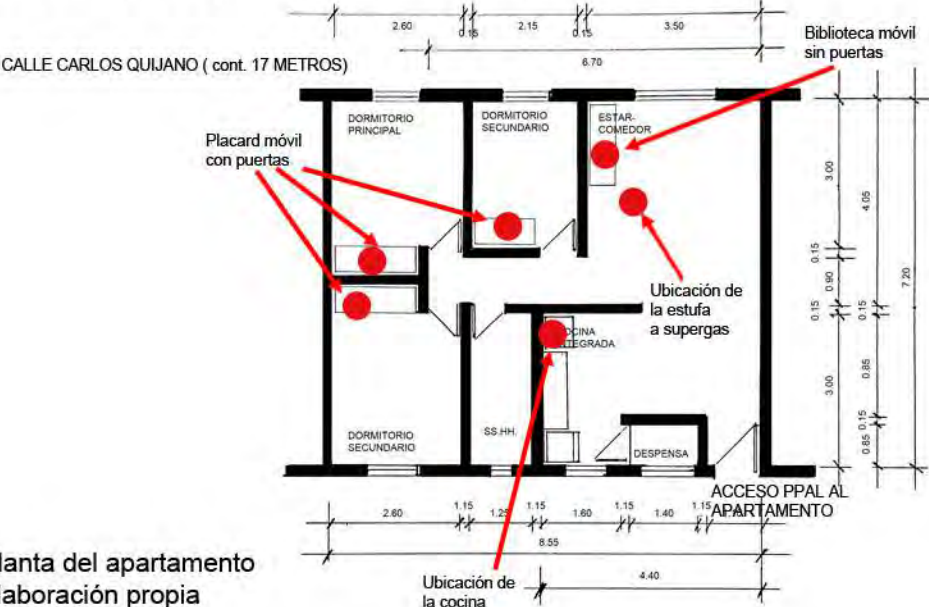


Fig. 11_Planta del apartamento
Fuente: elaboración propia



M6

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL**CERRAMIENTO (TIPO):** homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior**CERRAMIENTO (POSICIÓN):** vertical**DESCRIPCIÓN:** muro de una hoja de bloque vibrado c/ sistema de aislamiento térmico exterior (EIFS), revestimiento int. de placa de yeso con barrera de vaporMasa = 190.25 Kg/m²

Espesor = 0.264 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICOTransmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007) $U = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K] $U_m = \text{N/A}$ Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K] $CT = 137.13 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

 $\phi = 8.12 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

 $\mu = 0.021$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NOCorrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K] $U_c = \text{N/A}$ Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 41.19 °C

Plano Oeste = 47.82 °C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno

 $t_{\text{snvert.}} = 22.39 \text{ °C}$ $t_{\text{snhoriz.}} = \text{N/A}$

verano

 $t_{\text{sxnorte}} = \text{N/A}$ $t_{\text{sxeste}} = 25.43 \text{ °C}$ $t_{\text{sx oeste}} = 25.67 \text{ °C}$ $t_{\text{sx sur}} = \text{N/A}$ $t_{\text{sx horiz.}} = \text{N/A}$ Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

invierno

 $Q_{\text{condvertical}} = 10.59 \text{ W/m}^2$ $Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$

verano

 $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$ $Q_{\text{condeste}} = 27.19 \text{ W/m}^2$ $Q_{\text{condoeste}} = 30.84 \text{ W/m}^2$ $Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$ $Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$ **PERFIL ECONÓMICO**Costo*/m² construido = \$ 3222,18

(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

No existe riesgo de condensación intersticial ni superficial.

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

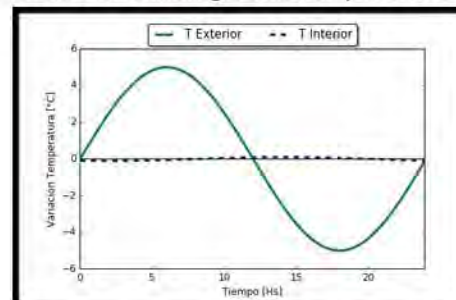
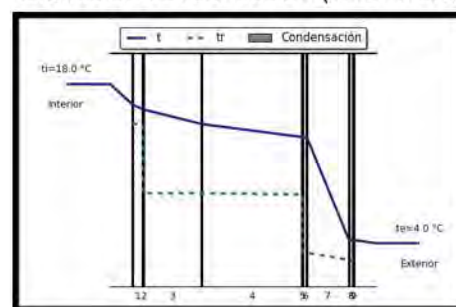
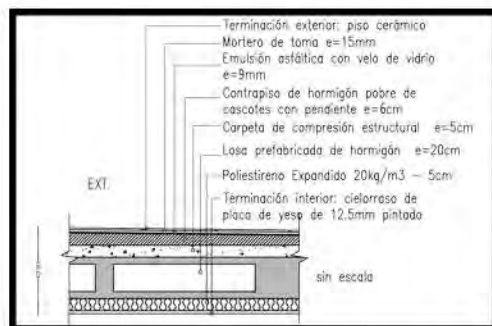


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.



C4

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa prefabricada de hormigón, c/aislam. térmico y terminación exterior pavimento cerámico transitable

Masa = 742.80 Kg/m² (por hormigón) / 512.80 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.409 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por hormigón}} = 0.59 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por cámara}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por hormigón}} = 740.27 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por cámara}} = 510.27 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por hormigón) = 13.62 Hs / ϕ (por cámara) = 8.97 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por hormigón) = 0.006 / μ (por cámara) = 0.013

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	SI	NO	por cámara	SI	NO
Intersticial	SI	NO	por cámara	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 64.44°C

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno
 $ts_{\text{vert.}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{horiz.}} = 19.51^\circ\text{C}$

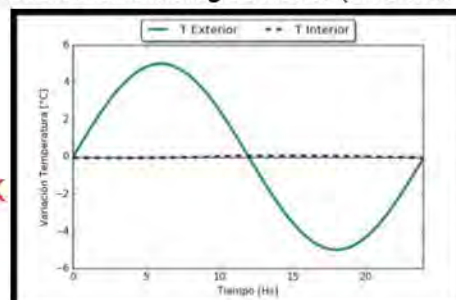
verano
 $ts_{\text{Xnorte}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xeste}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xoeste}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xsur}} = \text{N/A}$
 $ts_{\text{Xhoriz.}} = 25.3^\circ\text{C}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

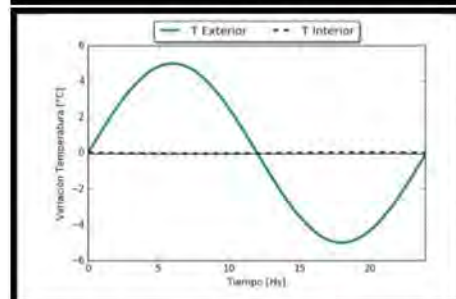
invierno
 $Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 10.59 \text{ W/m}^2$

verano
 $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 39.98 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

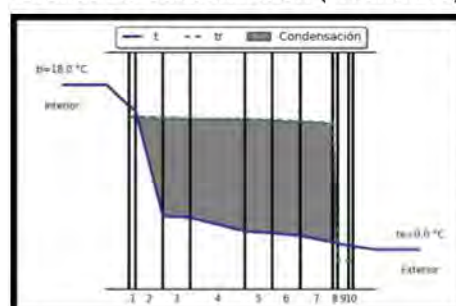


por cámara

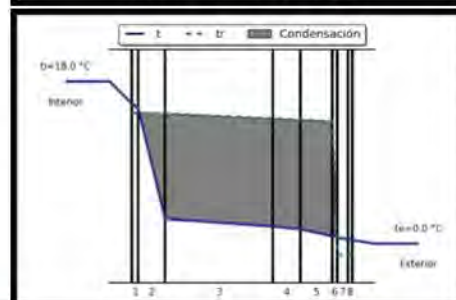


por hormigón

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por hormigón

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = N/A
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*No se pudo calcular el precio ya que no se tiene información sobre las características y morfología de la losa prefabricada. Dicha información no fue suministrada por el IAT.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

En términos generales la cubierta tiene un buen desempeño térmico por contemplar en su composición a la barrera térmica. No obstante, no contempla barera de vapor por lo que existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en prácticamente todo el espesor, inclusive en el EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie del cielorraso, incentivando la proliferación de moho.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso diurno)

Text = 10.0°C

HRExt = 81.6%

Tint = 18.3°C

HRint = 56%

CO2min = 1005 ppm

CO2max = 1045 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Condiciones ambientales interiores

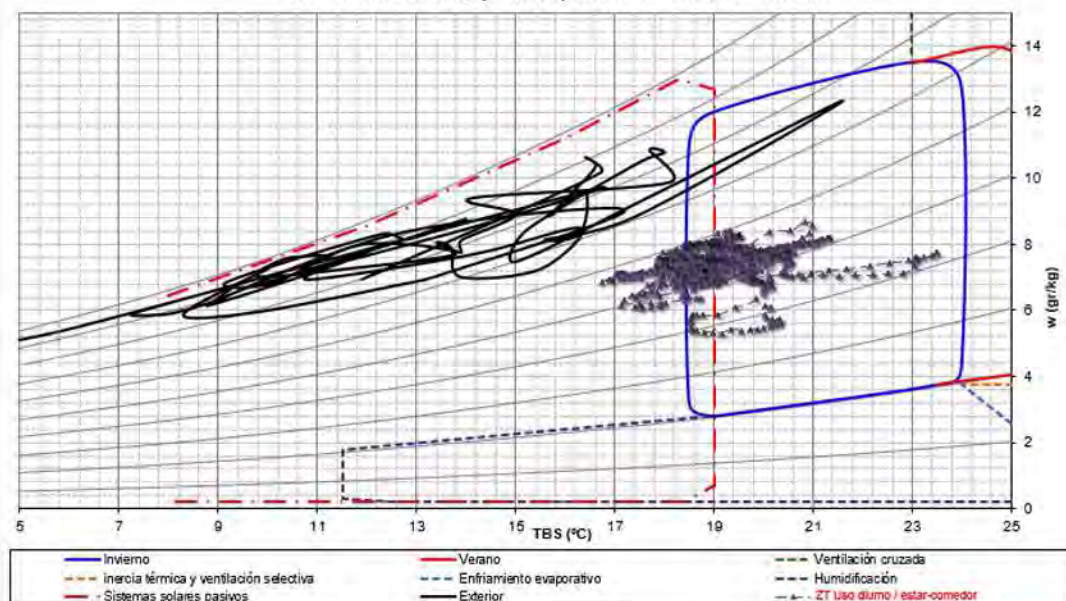


Gr. 1_ Condiciones ambientales interiores: temperatura, HR y punto de rocío del caso de estudio

Fuente: gráfico elaboración propia

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

COVICORDON Carlos Quijano 890 apto. 206 - ZT uso diurno - INVIERNO



Gr. 2_ Diagrama de Givoni con los datos monitoreados del estudio de caso. Fuente: PSICONF - Autor Dr. Jorge Czajkowski

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Los días monitoreados volcados en el diagrama de Givoni son datos representativos durante quince días del período de invierno: 1°/09 al 15/09

A partir de los datos monitoreados, se puede llegar a la conclusión que:

- Las temperaturas interiores no "copian" las oscilaciones exteriores, por tanto están más contenidas y contemplan un salto térmico menor que las exteriores (mayor amortiguamiento). En el período auditado las temperaturas fueron bastante uniformes y fluctuaron dentro de los 18 a 21°C. Durante un lapso de 24 horas, las fluctuaciones son también del orden de 2 a 3°C, de modo que el salto térmico diario es aceptable y se encuentra dentro de los parámetros de confort.

- La humedad relativa interior fue bastante heterogénea en el período de estudio, sobre todo las fluctuaciones que ocurren durante un mismo día: esto representa los momentos de ocupación del apartamento, manifestando una clara diferencia entre el día y la noche. Esto se traduce en una inadecuada evacuación de los vapores y por tanto, en inadecuadas renovaciones de aire. Se dieron picos máximos de 83%, mientras que la media fue de 68%.

- Durante el invierno, la mayor parte de los días de la zona térmica de uso diurno se encontraron dentro de la zona de confort. Esto de alguna forma verifica la "sensación" de los usuarios, que expresaron en las encuestas que su percepción es que el apartamento es más caluroso que frío, producido por el ambiente con alto contenido de humedad relativa.

- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, desprendió como valor máximo 1045 ppm, valor que se encuentra excediendo en un 4.5% los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011302 (según ella, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

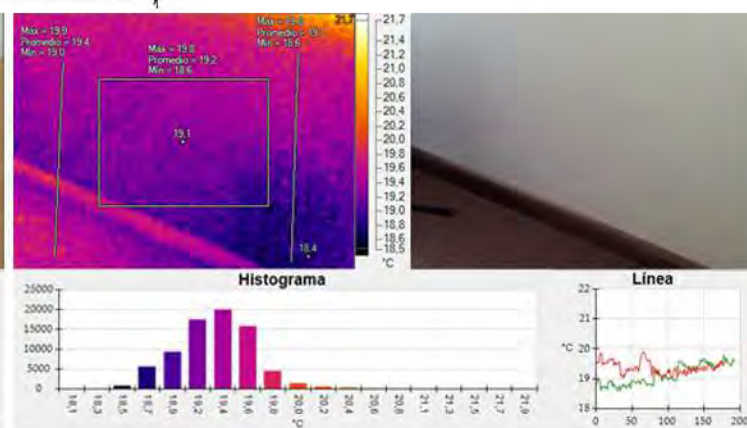
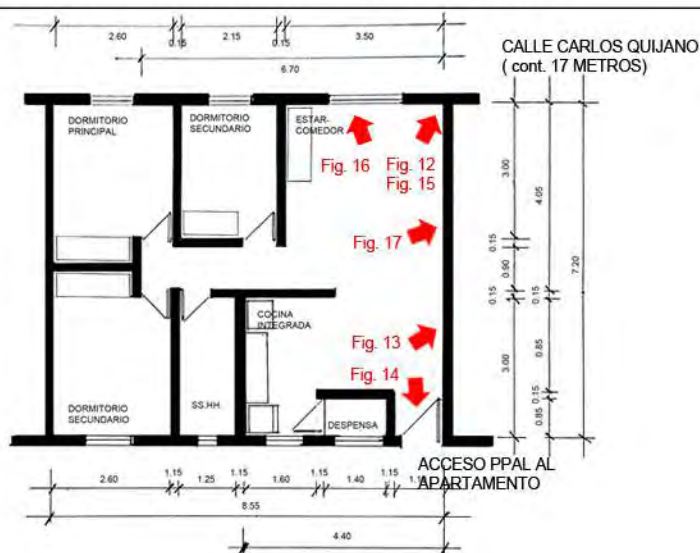


Fig. 13_Termograma e imagen real de pared a nivel de zócalo
Fuente: imágenes tomadas por la autora

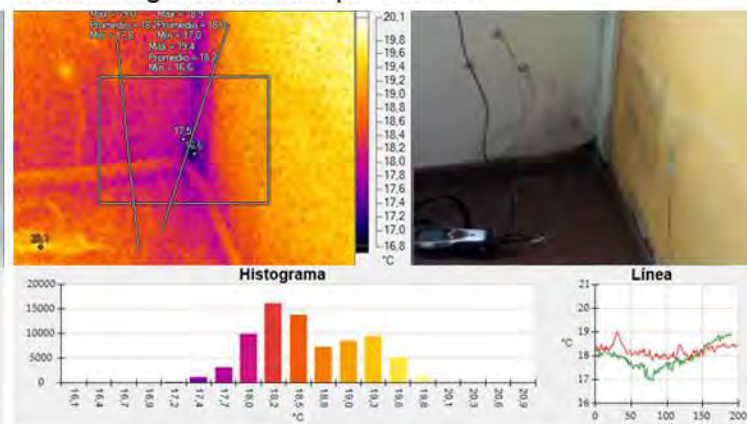


Fig. 15_Termograma e imagen real de triedro inferior en estar
Fuente: imágenes tomadas por la autora

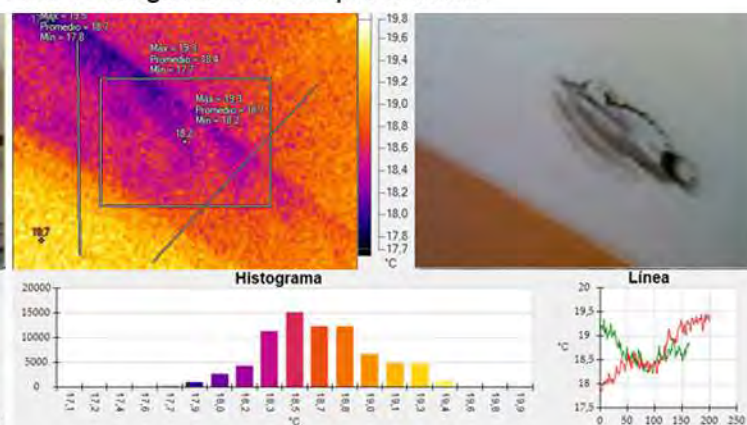


Fig. 17_Termograma e imagen real de humedad en cielorraso
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 15 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo y negro, dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos), en cielorrasos y puntos singulares de pared, en zona de estar-comedor.

Se confirma la existencia de aislamiento térmico en los cerramientos verticales (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C). Además, la colorimetría a nivel de paños centrales en los termogramas es totalmente homogénea, por lo que se asume que el espesor utilizado es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento (Fig. 15). De modo que, las condensaciones superficiales encontradas traducen un mal hábito de los usuarios con respecto a la producción/evacuación de vapores interiores, y se producen en zonas de puentes térmicos geométricos.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs. 12, 15 y 16).

Las pérdidas energéticas en cerramientos horizontales (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 12, 15, 16), son el resultado de un inadecuado diseño de los mismos desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad).

En zona puntual de ingreso de agua debida a algún problema de estanqueidad de la terraza-pasaje superior, se evidencia humedad contenida en el sustrato del cerramiento, lo que indica que el agua que ingresa no alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en ampollado de la pintura, moho y manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 17). Otra manifestación es el microfisurado de la placa de yeso con el consecuente goteo del agua que se filtra de la azotea.

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

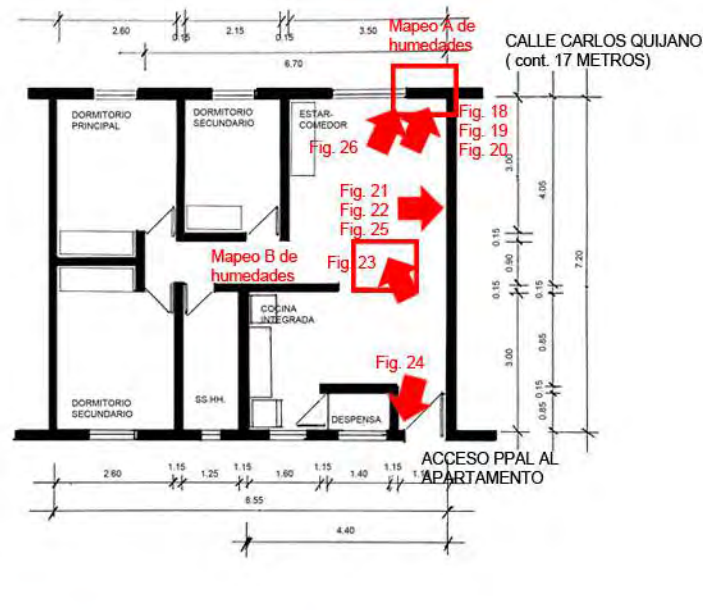


Fig. 18_Det. mohos en triedro inferior
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 19_Triedro sup. en estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. mohos en punto singular
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Det. mohos a nivel de zócalo
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. mohos a nivel de zócalo
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. mohos en cielorraso estar
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Det. mohos en mocheta de puerta
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Det. mohos en cielorraso
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Det. mohos en carpint. de abertura
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería); mientras que en la zona de la filtración puntual, donde había agua contenida, los niveles ascendieron hasta un 99.9%.

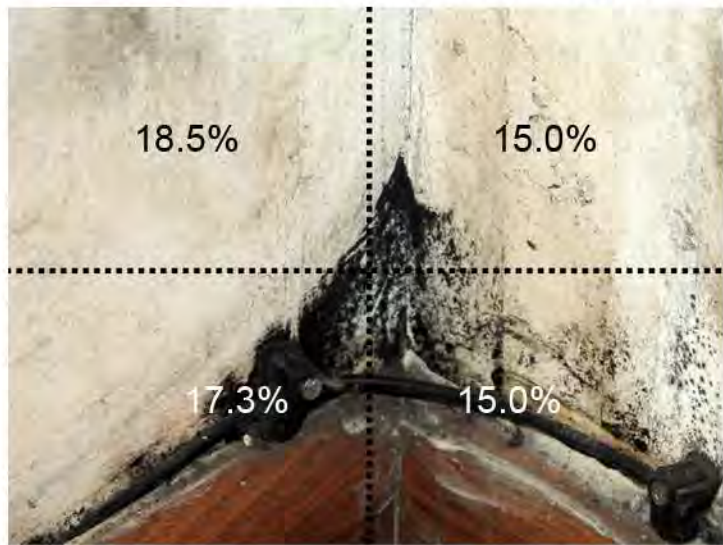


Fig. 27_Mapeo A de humedad en sector diedro inferior de estar-comedor
Fuente: Elaboración propia

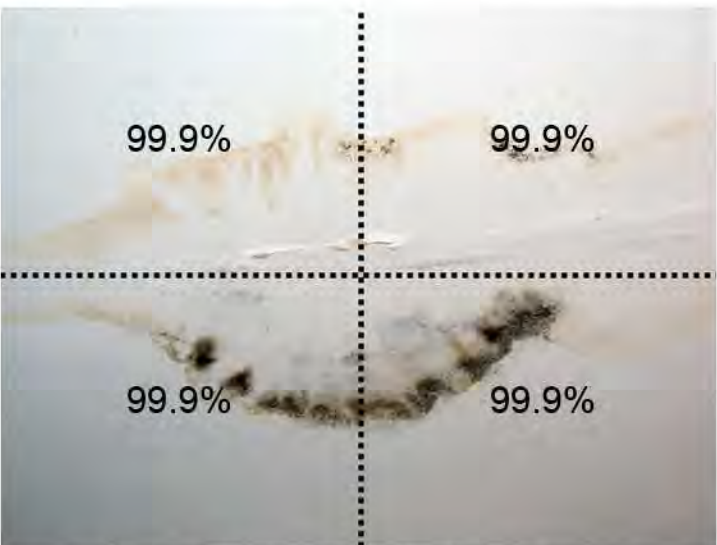


Fig. 28_Mapeo B de humedad en sector cielorraso del estar-comedor
Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

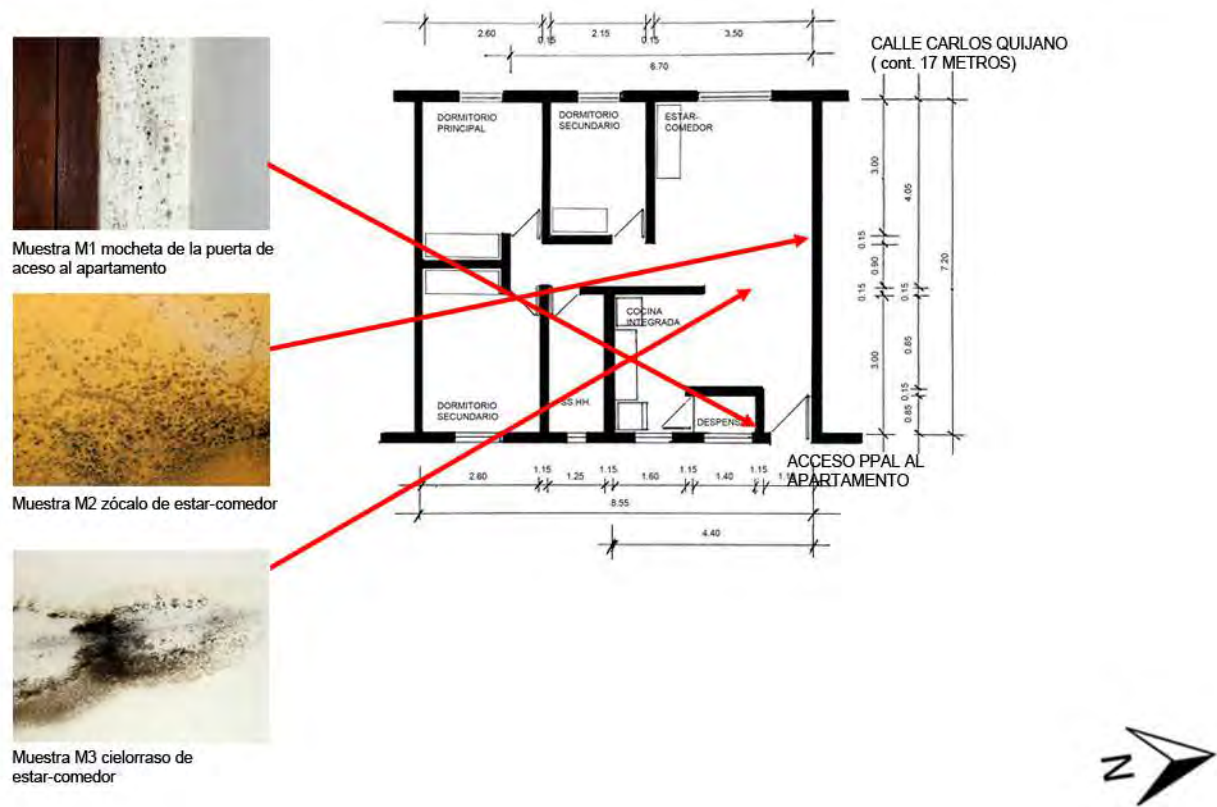


Fig. 29_Preparación de hisopo estéril para tomar la muestra
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 30_Toma de muestra con hisopo estéril en zócalo de estar-comedor (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 31_Toma de muestra con cinta en zócalo de estar-comedor (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 32_Det. de mohos en zócalo de estar-comedor (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 33_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso de estar-comedor (M3)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 34_Toma de muestra con cinta en cielorraso de estar-comedor (M3)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 35_Det. de mohos en cielorraso de estar-comedor (M3)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 36_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 37_ *Alternaria tenuissima* encontrada en la puerta (M1)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 38_ *Penicillium chrysogenum* encontrado en el cielorraso del estar (M3)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 39_ *Cladosporium* sp. encontrado en el zócalo del estar-comedor (M2)

Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Mocheta de la puerta de acceso al apartamento (M1) - *Alternaria tenuissima*

Cielorraso estar-comedor (M3) - *Penicillium crustosum*

Zócalo estar-comedor (M2) - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

4 habitantes: son 2 mujeres y 2 hombres de entre 18 y 25 años

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno, S-D no se encuentran en el domicilio

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? No
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? Todo el tiempo

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? No
- ¿la humedad produce calor? Si
- ¿la humedad produce frío? No
- ¿tiene la sensación de sequedad? No
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>
[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig 2_ Vista representativa de la fachada principal de Covicordon
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Carlos Quijano 890 apto 202 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 1 de setiembre de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento de 2 dormitorios + 1 baño

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de simple hoja de bloque de hormigón revestido exteriormente con sistema de aislamiento térmico exterior (EIFS) con alma de poliestireno expandido; revestido interiormente con yeso y barrera de vapor; cubierta plana de losa prefabricada de hormigón, c/aislamiento térmico en el cielloraso y terminación exterior transitable de piso cerámico

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2011 - a la fecha (el edificio se encuentra sin terminar en zonas de espacios comunes)

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzados generales de referencia, con la ubicación del apartamento en estudio

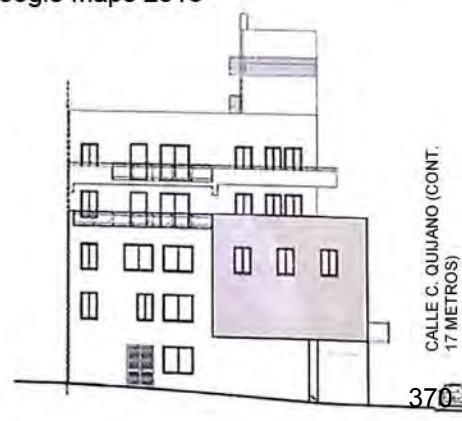
Fuente: gráficos suministrados por el IAT CEDAS, instituto encargado del proyecto arquitectónico de Covicordon.

CALLE C. QUIJANO (CONT. 17 METROS)



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del apartamento en estudio

Fuente: Google Maps 2018



CALLE C. QUIJANO (CONT. 17 METROS)

LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y baño), dado que los propietarios no estaban dispuestos a que se tomaran imágenes generales del inmueble y de los locales del área privada.



Fig. 5_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

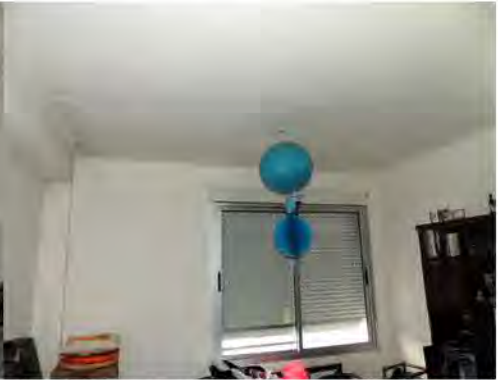


Fig. 7_Imagen del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen del dormitorio ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del dormit. ppal
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 11_Terraza-pasaje sobre apto. evaluado
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

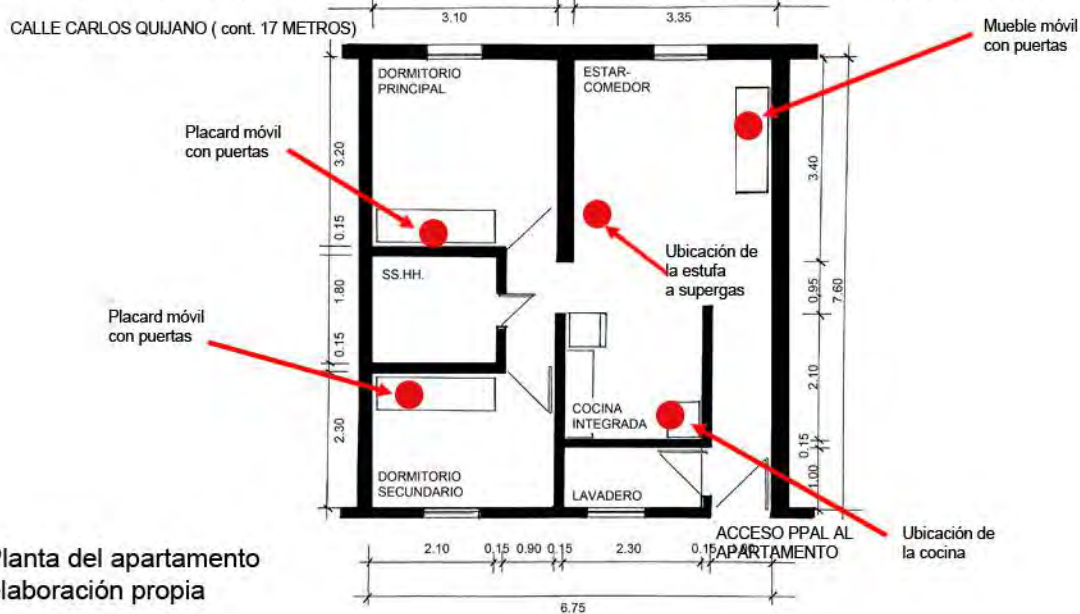


Fig. 12_Planta del apartamento
Fuente: elaboración propia

M6

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL**CERRAMIENTO (TIPO):** homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior**CERRAMIENTO (POSICIÓN):** vertical**DESCRIPCIÓN:** muro de una hoja de bloque vibrado c/ sistema de aislamiento térmico exterior (EIFS), revestimiento int. de placa de yeso con barrera de vaporMasa = 190.25 Kg/m²

Espesor = 0.264 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICOTransmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007) $U = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K] $U_m = \text{N/A}$ Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K] $CT = 137.13 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

 $\phi = 8.12 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

 $\mu = 0.021$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial SI

NO

Intersticial SI

NOCorrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K] $U_c = \text{N/A}$ Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 41.19 °C

Plano Oeste = 47.82 °C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)invierno $t_{\text{snvert.}} = 22.39 \text{ °C}$
 $t_{\text{snhoriz.}} = \text{N/A}$ verano $t_{\text{sxnorte}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sxeste}} = 25.43 \text{ °C}$
 $t_{\text{sx oeste}} = 25.67 \text{ °C}$
 $t_{\text{sx sur}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx horiz.}} = \text{N/A}$ Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$ invierno $Q_{\text{condvertical}} = 10.59 \text{ W/m}^2$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$
verano $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condeste}} = 27.19 \text{ W/m}^2$
 $Q_{\text{cond oeste}} = 30.84 \text{ W/m}^2$
 $Q_{\text{cond sur}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{cond horiz.}} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

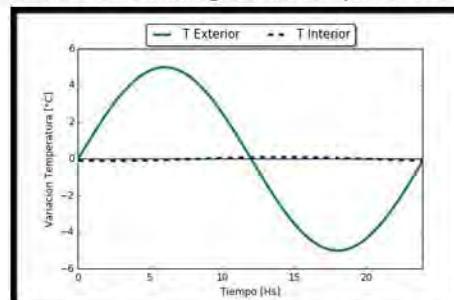
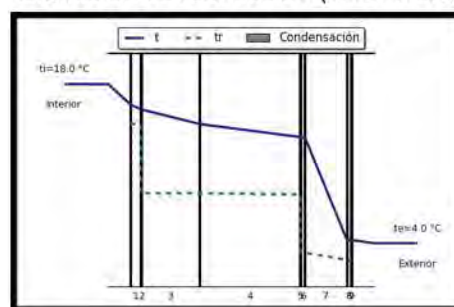


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

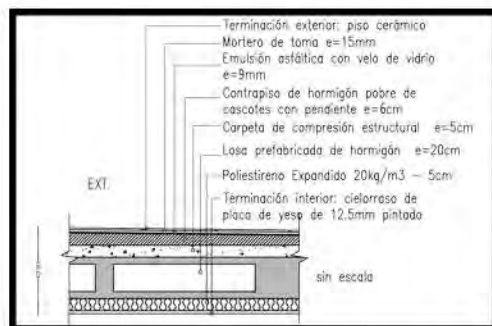
Costo*/m² construido = \$ 3222,18
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

No existe riesgo de condensación intersticial ni superficial.



C4

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa prefabricada de hormigón, c/aislam. térmico y terminación exterior pavimento cerámico transitable

Masa = 742.80 Kg/m² (por hormigón) / 512.80 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.409 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por hormigón}} = 0.59 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por cámara}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por hormigón}} = 740.27 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por cámara}} = 510.27 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por hormigón) = 13.62 Hs / ϕ (por cámara) = 8.97 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por hormigón) = 0.006 / μ (por cámara) = 0.013

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	por hormigón	SI	NO	por cámara	SI	NO
Intersticial	por hormigón	SI	NO	por cámara	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 64.44°C

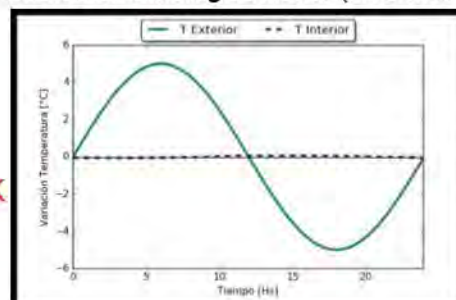
Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno	$ts_{\text{vert.}} = \text{N/A}$	verano	$ts_{\text{Xnorte}} = \text{N/A}$
	$ts_{\text{nhoriz.}} = 19.51^\circ\text{C}$		$ts_{\text{Xeste}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xoeste}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xsur}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xhoriz.}} = 25.3^\circ\text{C}$

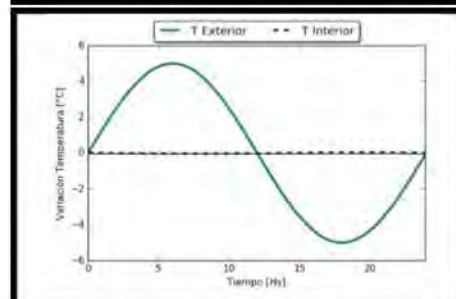
Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

invierno	$Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$	verano	$Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
	$Q_{\text{condhoriz.}} = 10.59 \text{ W/m}^2$		$Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condhoriz.}} = 39.98 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

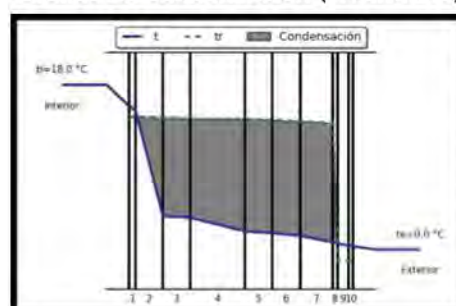


por cámara

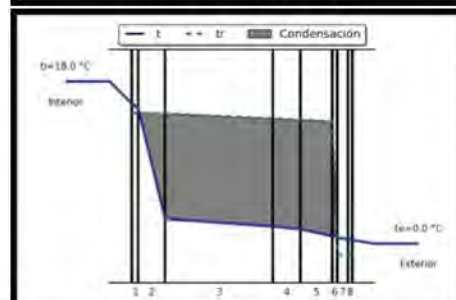


por hormigón

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por hormigón

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = N/A
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*No se pudo calcular el precio ya que no se tiene información sobre las características y morfología de la losa prefabricada. Dicha información no fue suministrada por el IAT.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv)	SI	NO (ver) SI NO

En términos generales la cubierta tiene un buen desempeño térmico por contemplar en su composición a la barrera térmica. No obstante, no contempla barera de vapor por lo que existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en prácticamente todo el espesor, inclusive en el EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie del cielorraso, incentivando la proliferación de moho.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso diurno)

Text = 10.0°C

HRExt = 81.6%

Tint = 18.1°C

HRint = 59%

CO2min = 1050 ppm

CO2max = 1210 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 01/09.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, el día auditado desprendió como valor máximo 1210 ppm, valor que se encuentra excediendo los valores admisibles en poco más de 20% para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

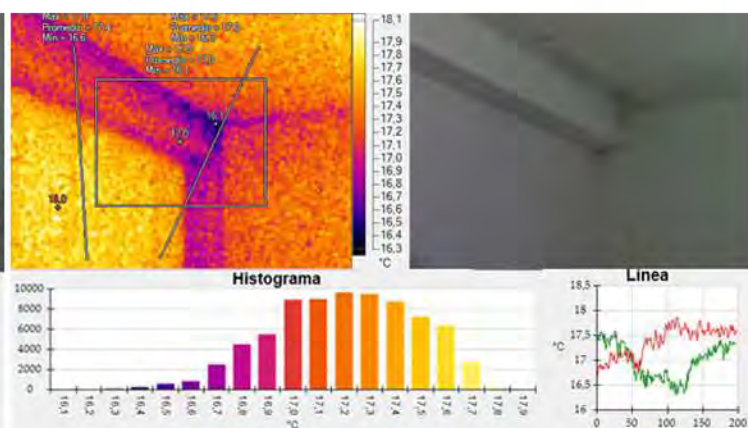


Fig. 14_Termograma e imagen real de triedro superior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

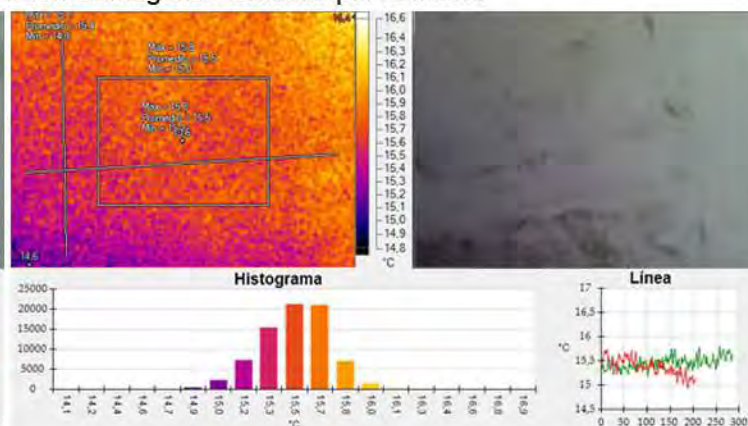


Fig. 16_Termograma e imagen real de cielorraso en dormit. ppal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

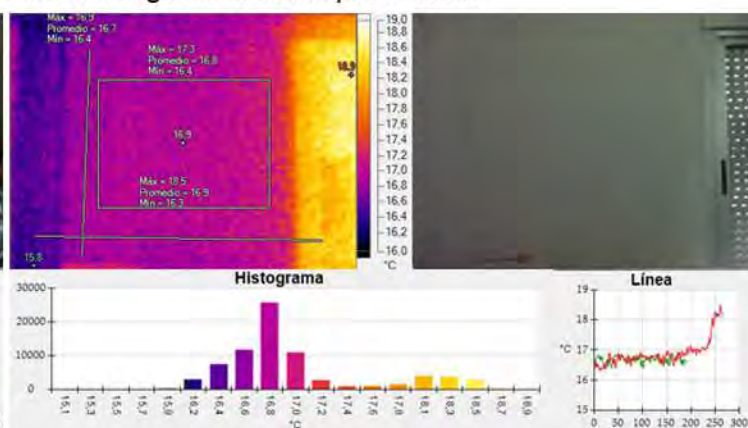


Fig. 18_Termograma e imagen real de fachada exterior de estar-comedor

Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 15 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo y negro, dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos), a nivel de cielorrasos.

Se confirma la existencia de aislamiento térmico en los cerramientos verticales (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C). Además, la colorimetría a nivel de paños centrales en los termogramas es totalmente homogénea, por lo que se asume que el espesor utilizado es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento (Fig. 18). De modo que, las condensaciones superficiales encontradas traducen un mal hábito de los usuarios con respecto a la producción/evacuación de vapores interiores.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.14, 15 y 17).

Las pérdidas energéticas en cerramientos horizontales (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 14, 15, 17), son el resultado de un inadecuado diseño de los mismos desde el punto de vista del

desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad)

En zona puntual de ingreso de agua debida a algún problema de estanqueidad de la terraza-pasaje superior, se evidencia humedad contenida en el sustrato del cerramiento, lo que indica que el agua que ingresa no alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en ampollado de la pintura, moho y sin manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 13)

Otra manifestación es el microfisurado de la placa de yeso con el consecuente goteo del agua que se filtra de la azotea.

PATOLOGIAS EDILICIAS (imágenes macroscópicas)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

CALLE CARLOS QUIJANO
(cont. 17 METROS)

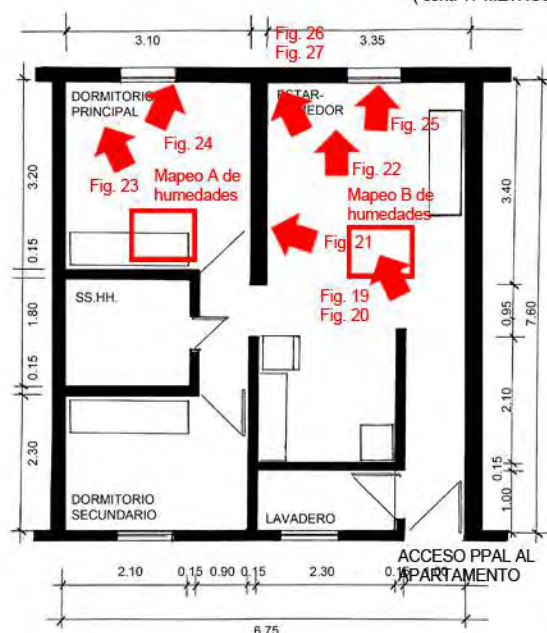


Fig. 19_Det. mohos en cielorraso estar
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Cielorraso estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora

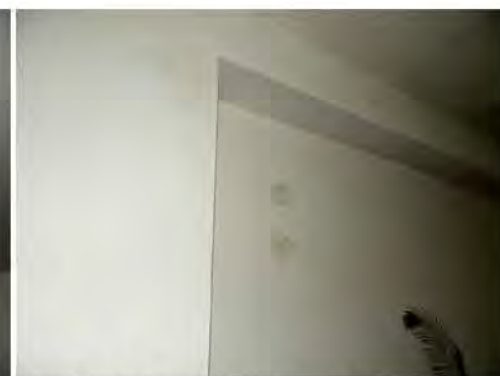


Fig. 21_Det. mohos en pared interior
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Cielorraso estar-comedor
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Cielorraso dormitorio ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_Det. mohos entre doble ventana
Fuente: fotografía tomada por la autora

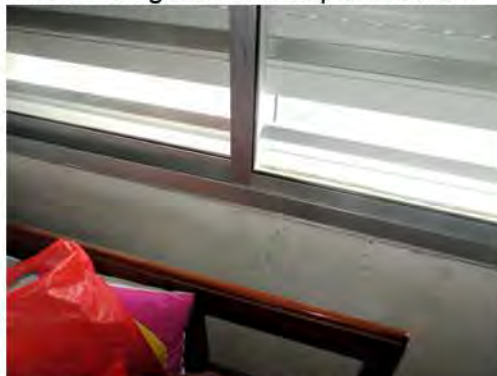


Fig. 25_Det. mohos en antepecho
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 26_Triedro superior de estar
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 27_Det. triedro sup. de estar
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería); mientras que en la zona de la filtración puntual, donde había agua contenida, los niveles ascendieron hasta un 99.9%.



Fig. 28_Mapeo A de humedad en sector cielorraso del dormitorio principal
Fuente: Elaboración propia

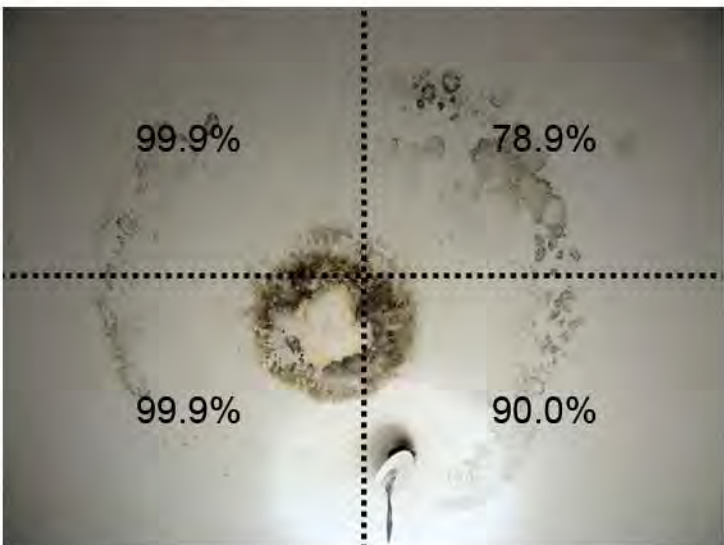
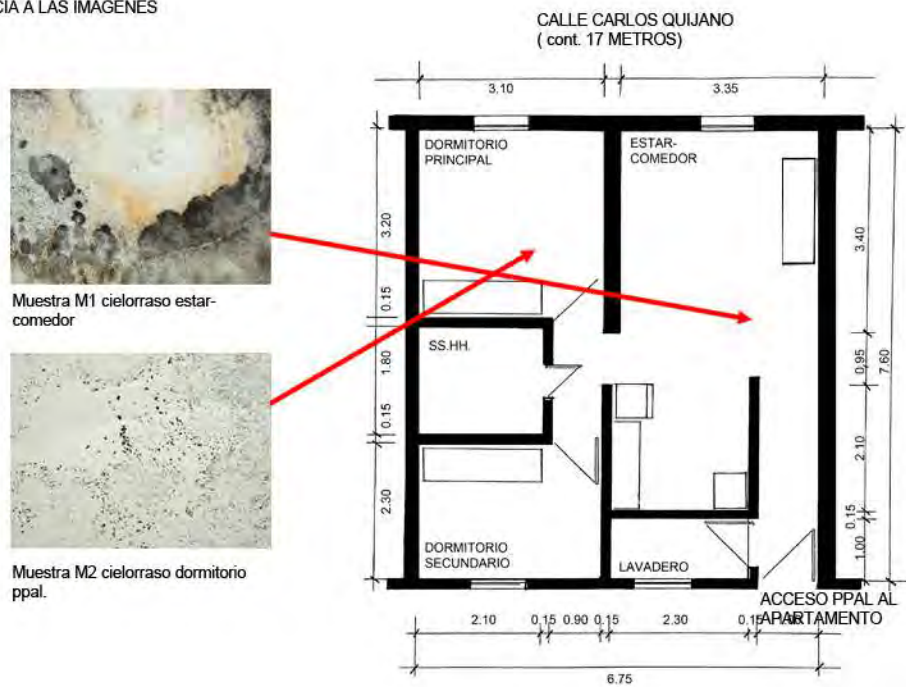


Fig. 29_Mapeo B de humedad en sector cielorraso del estar-comedor
Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES



Muestra M1 cielorraso estar-comedor



Muestra M2 cielorraso dormitorio ppal.



Fig. 30_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso estar-comedor (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 31_Toma de muestra con cinta en cielorraso de estar-comedor (M1)
Fuente: imagen propia de la autora

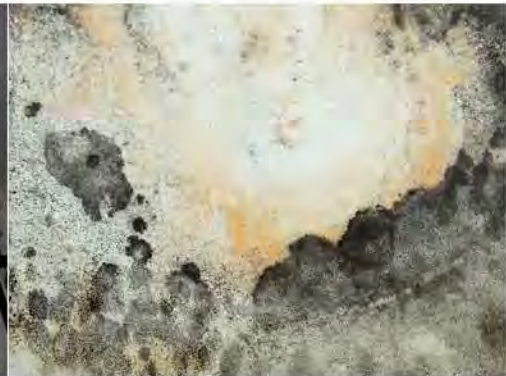


Fig. 32_Det. de mohos en cielorraso de estar-comedor (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 33_Det. de toma de muestra con cinta en estar-comedor (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 34_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso de estar-comedor (M3)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 35_Det. de mohos en cielorraso de dormit. ppal. (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora

A petri dish containing a bacterial culture on agar. The agar is a light yellowish-brown color. There is a central well or depression in the agar. The edges of the agar are slightly raised and show some dark, irregular growth or discoloration. The petri dish is placed on a light-colored surface.



GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso dormitorio ppal (M2) - *Mortierella alpina*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

2 habitantes: pareja adulta (mujer de alrededor de 50 años, hombre de alrededor de 65 años)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno, S-D horarios intermitentes

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? No
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? Si

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, esto se ve aumentado por el hecho de tratarse de un ambiente único lo que es cocina-comedor-estar, debido a que no se están evacuando correctamente los vapores producidos por cocción, limpieza y procesos termorreguladores propios del ser humano. Los ambientes mas húmedos son los dormitorios en la planta alta
- ¿la humedad produce calor? Si
- ¿la humedad produce frío? No
- ¿tiene la sensación de sequedad? No
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Estufa a supergas en zona de uso diurno

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>
[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista representativa de la fachada principal de Covicordon
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Carlos Quijano 890 apto 203 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 1 de setiembre de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento de 2 dormitorios + 1 baño

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de simple hoja de bloque de hormigón revestido exteriormente con sistema de aislamiento térmico exterior (EIFS) con alma de poliestireno expandido; revestido interiormente con yeso y barrera de vapor; cubierta plana de losa prefabricada de hormigón, c/aislamiento térmico en el cielorraso y terminación exterior transitable de piso cerámico

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2011 - a la fecha (el edificio se encuentra sin terminar en zonas de espacios comunes)

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.

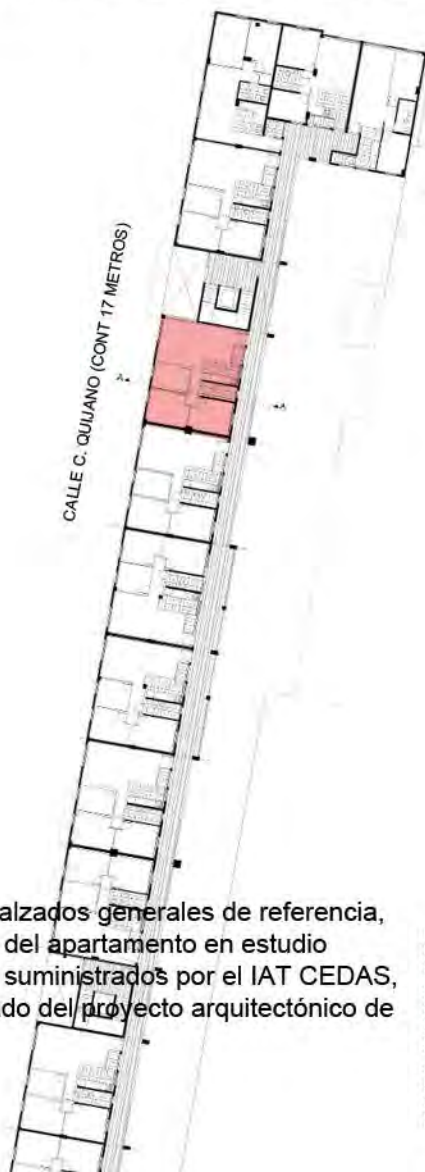
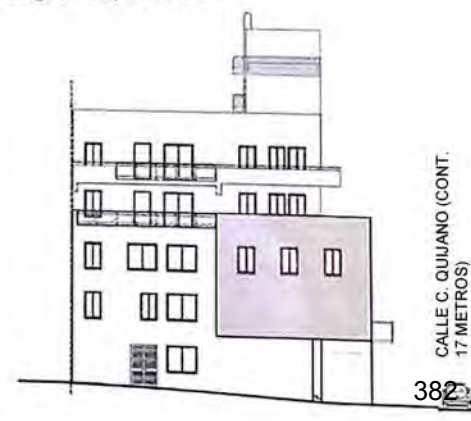


Fig. 3_ Planta y alzados generales de referencia, con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el IAT CEDAS, instituto encargado del proyecto arquitectónico de Covicordon.



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



CALLE C. QUIJANO (CONT. 17 METROS)

LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y del local evaluado por estar afectado por las patologías edilicias (dormit. ppal), dado que los propietarios no estaban dispuestos a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora

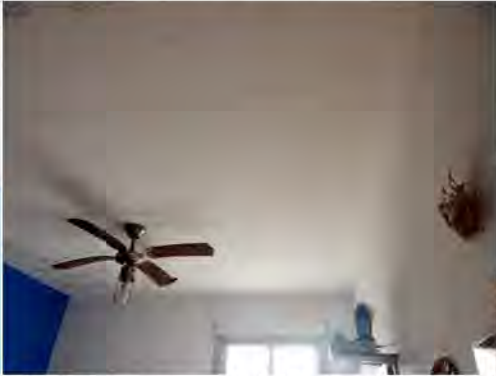


Fig. 6_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen del deshumidificador ubicado en dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen de la doble ventana de la fachada ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

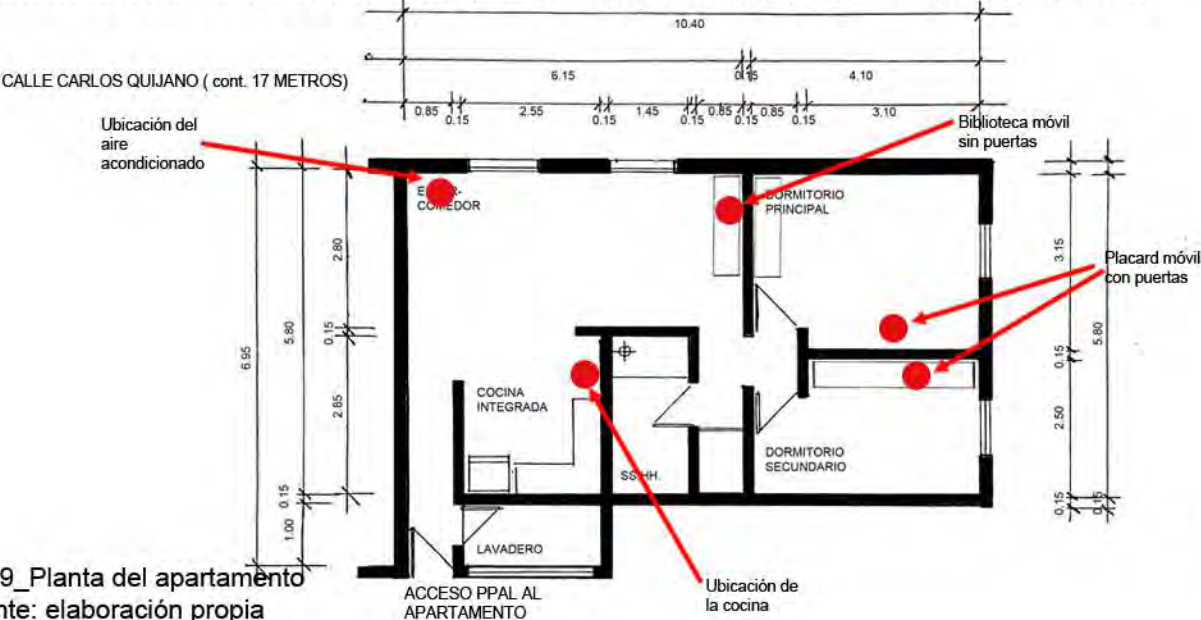


Fig. 9_Planta del apartamento
Fuente: elaboración propia

M6

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL**CERRAMIENTO (TIPO):** homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior**CERRAMIENTO (POSICIÓN):** vertical**DESCRIPCIÓN:** muro de una hoja de bloque vibrado c/ sistema de aislamiento térmico exterior (EIFS), revestimiento int. de placa de yeso con barrera de vaporMasa = 190.25 Kg/m²

Espesor = 0.264 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICOTransmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007) $U = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K] $U_m = \text{N/A}$ Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K] $CT = 137.13 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

 $\phi = 8.12 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

 $\mu = 0.021$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial SI

NO

Intersticial SI

NOCorrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K] $U_c = \text{N/A}$ Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 41.19 °C

Plano Oeste = 47.82 °C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)invierno $t_{\text{snvert.}} = 22.39 \text{ °C}$
 $t_{\text{snhoriz.}} = \text{N/A}$ verano $t_{\text{sxnorte}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sxeste}} = 25.43 \text{ °C}$
 $t_{\text{sx oeste}} = 25.67 \text{ °C}$
 $t_{\text{sx sur}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx horiz.}} = \text{N/A}$ Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$ invierno $Q_{\text{condvertical}} = 10.59 \text{ W/m}^2$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = \text{N/A}$
verano $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condeste}} = 27.19 \text{ W/m}^2$
 $Q_{\text{cond oeste}} = 30.84 \text{ W/m}^2$
 $Q_{\text{cond sur}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{cond horiz.}} = \text{N/A}$ **PERFIL ECONÓMICO**Costo*/m² construido = \$ 3222,18
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.**OBSERVACIONES**

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO		
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO		
Cumple con Norma IRAM 11605	(inv) SI	NO	(ver) SI	NO

No existe riesgo de condensación intersticial ni superficial.

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

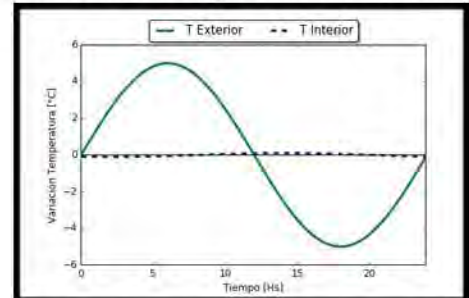
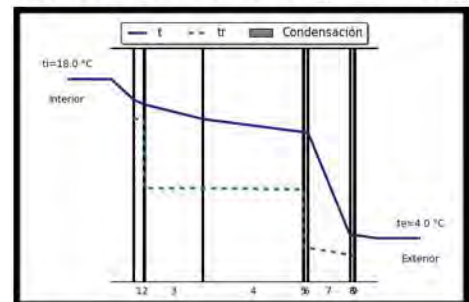
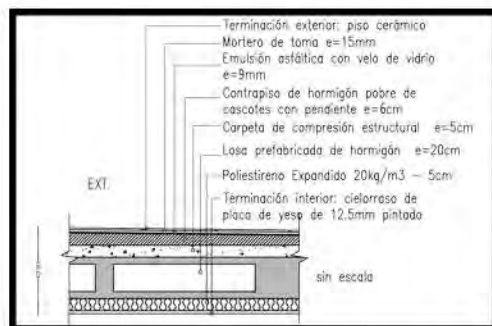


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.



C4

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa prefabricada de hormigón, c/aislam. térmico y terminación exterior pavimento cerámico transitable

Masa = 742.80 Kg/m² (por hormigón) / 512.80 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.409 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por hormigón}} = 0.59 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por cámara}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por hormigón}} = 740.27 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por cámara}} = 510.27 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por hormigón) = 13.62 Hs / ϕ (por cámara) = 8.97 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por hormigón) = 0.006 / μ (por cámara) = 0.013

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	SI	NO	por cámara	SI	NO
Intersticial	SI	NO	por cámara	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 64.44°C

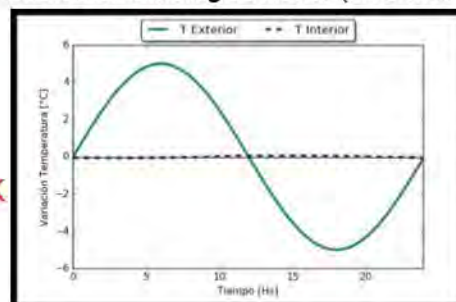
Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno	$ts_{\text{vert.}} = \text{N/A}$	verano	$ts_{\text{Xnorte}} = \text{N/A}$
	$ts_{\text{nhoriz.}} = 19.51^\circ\text{C}$		$ts_{\text{Xeste}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xoeste}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xsur}} = \text{N/A}$
			$ts_{\text{Xhoriz.}} = 25.3^\circ\text{C}$

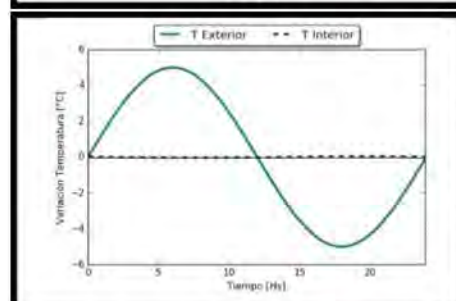
Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

invierno	$Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$	verano	$Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
	$Q_{\text{condhoriz.}} = 10.59 \text{ W/m}^2$		$Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
			$Q_{\text{condhoriz.}} = 39.98 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

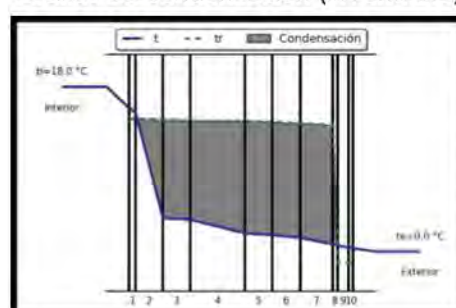


por cámara

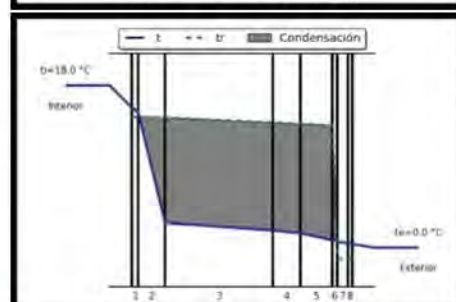


por hormigón

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por hormigón

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = N/A
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*No se pudo calcular el precio ya que no se tiene información sobre las características y morfología de la losa prefabricada. Dicha información no fue suministrada por el IAT.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09	SI	NO
Cumple con Norma UNIT 1150	SI	NO
Cumple con Norma IRAM 11605 (inv)	SI	NO (ver) SI NO

En términos generales la cubierta tiene un buen desempeño térmico por contemplar en su composición a la barrera térmica. No obstante, no contempla barera de vapor por lo que existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en prácticamente todo el espesor, inclusive en el EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie del cielorraso, incentivando la proliferación de moho.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en la zona térmica de uso diurno)

Text = 10.0°C

HRExt = 81.6%

Tint = 19.8°C

HRint = 62%

CO2min = 1585 ppm

CO2max = 1625 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 01/09.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, el día auditado desprendió como valor máximo 1625 ppm, valor que se encuentra excediendo en más de un 60% los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91(según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

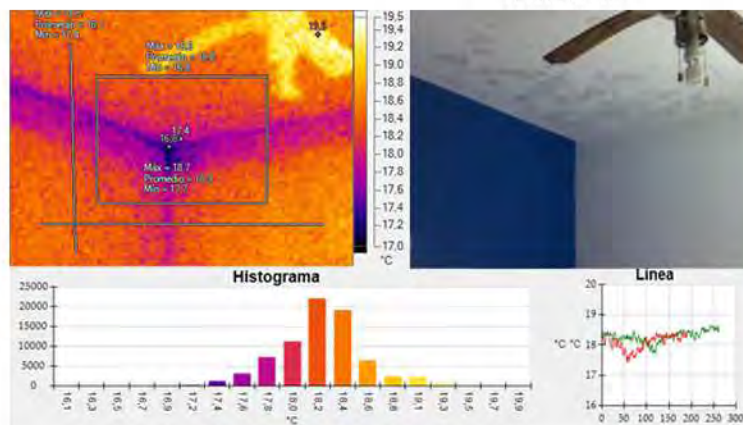
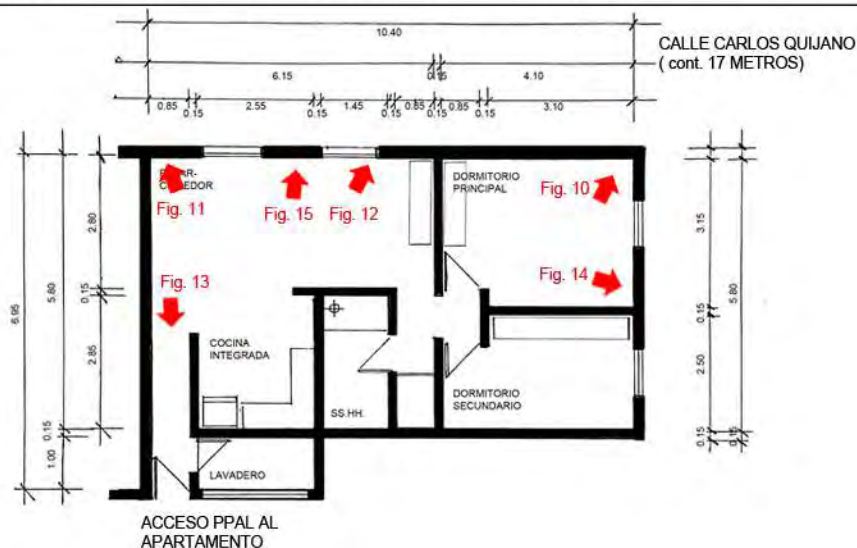


Fig. 10_Termograma e imagen real de cielorraso dormi. ppal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

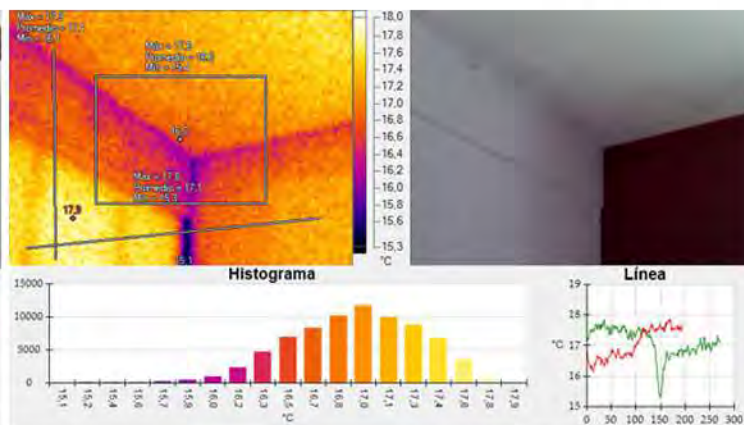


Fig. 11_Termograma e imagen real de triedro superior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

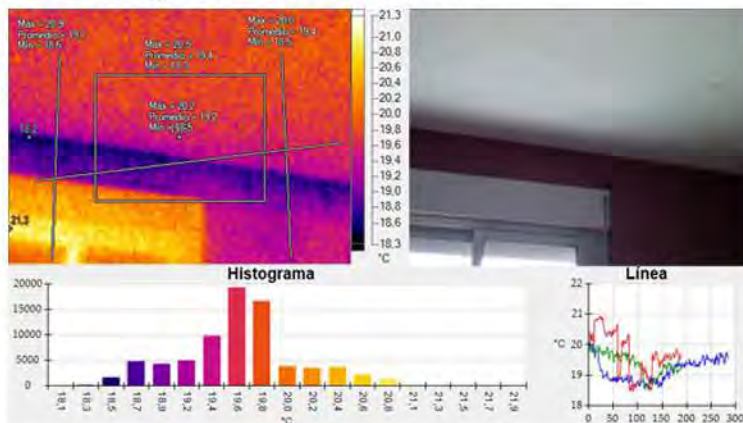


Fig. 12_Termograma e imagen real de cielorraso estar-com.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

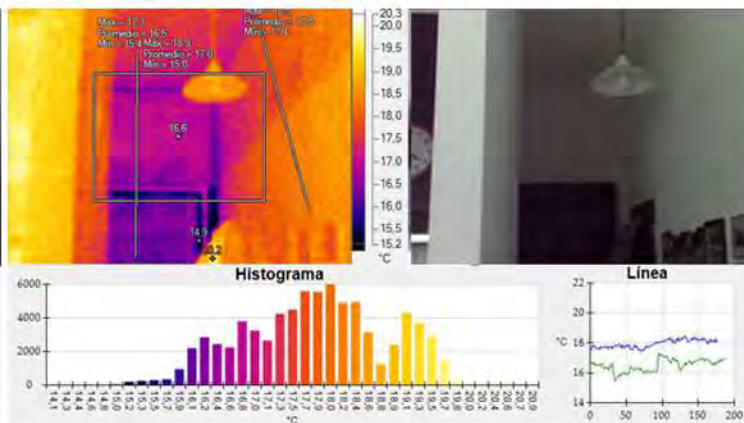


Fig. 13_Termograma e imagen real de puerta de acceso
Fuente: imágenes tomadas por la autora

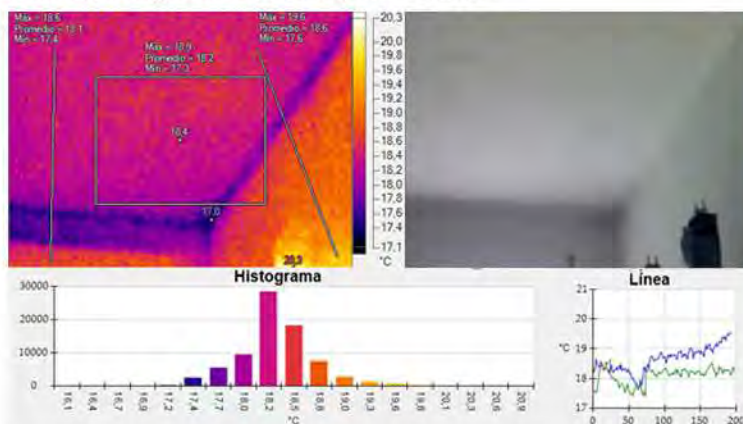


Fig. 14_Termograma e imagen real de cielorraso de dormit. ppal.
Fuente: imágenes tomadas por la autora

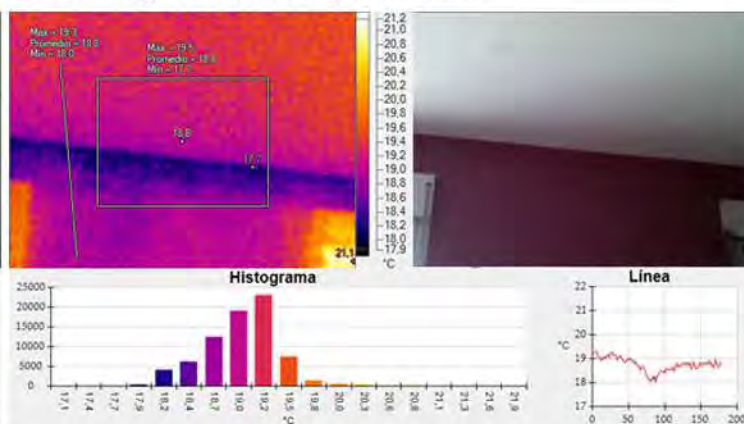


Fig. 15_Termograma e imagen real de dintel en estar-comedor
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 10 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo y negro, dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos), a nivel de cielorrasos.

Se confirma la existencia de aislamiento térmico en los cerramientos verticales (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C). Además, la colorimetría a nivel de paños centrales en los termogramas es totalmente homogénea, por lo que se asume que el espesor utilizado es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento (Fig. 15). De modo que, las condensaciones superficiales encontradas traducen un mal hábito de los usuarios con respecto a la producción/evacuación de vapores interiores, dándose solo a nivel del cielorraso, en el área expuesta (terraza-pasaje superior). Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs. 10, 11, 12, 14 y 15).

Las pérdidas energéticas en un cerramiento horizontal (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 10, 12, 15), son el resultado de un inadecuado diseño de los mismos desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad).

Otra manifestación es el microfisurado de la placa de yeso con el consecuente goteo del agua que se filtra de la azotea.

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

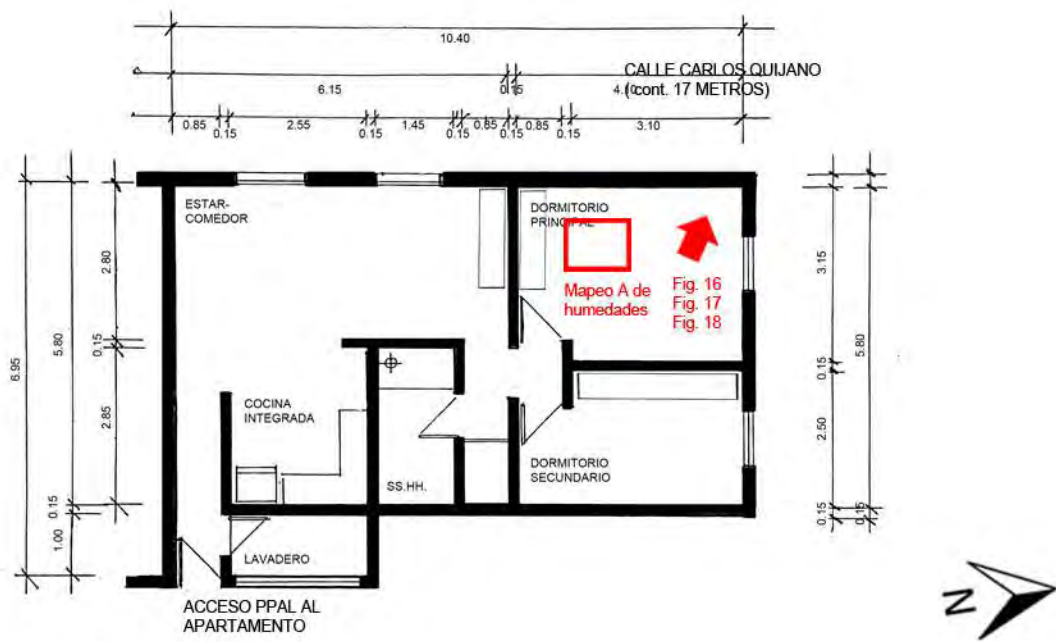


Fig. 16_Cielorraso del dormit. ppal.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 17_Det. mohos en cielorraso
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 18_Det. mohos en cielorraso
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

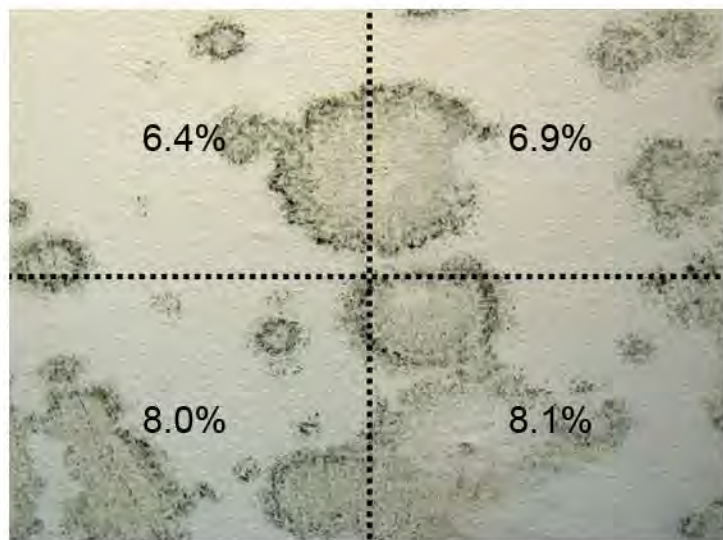


Fig. 19_Mapeo A de humedad en sector cielorraso del dormitorio principal

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

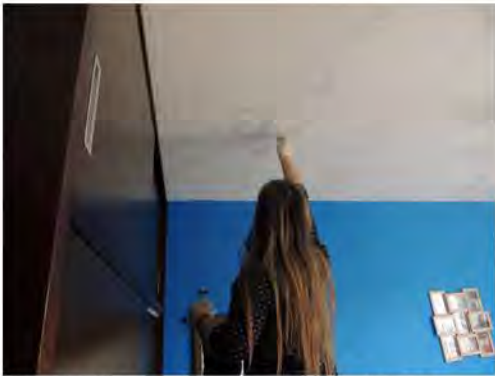
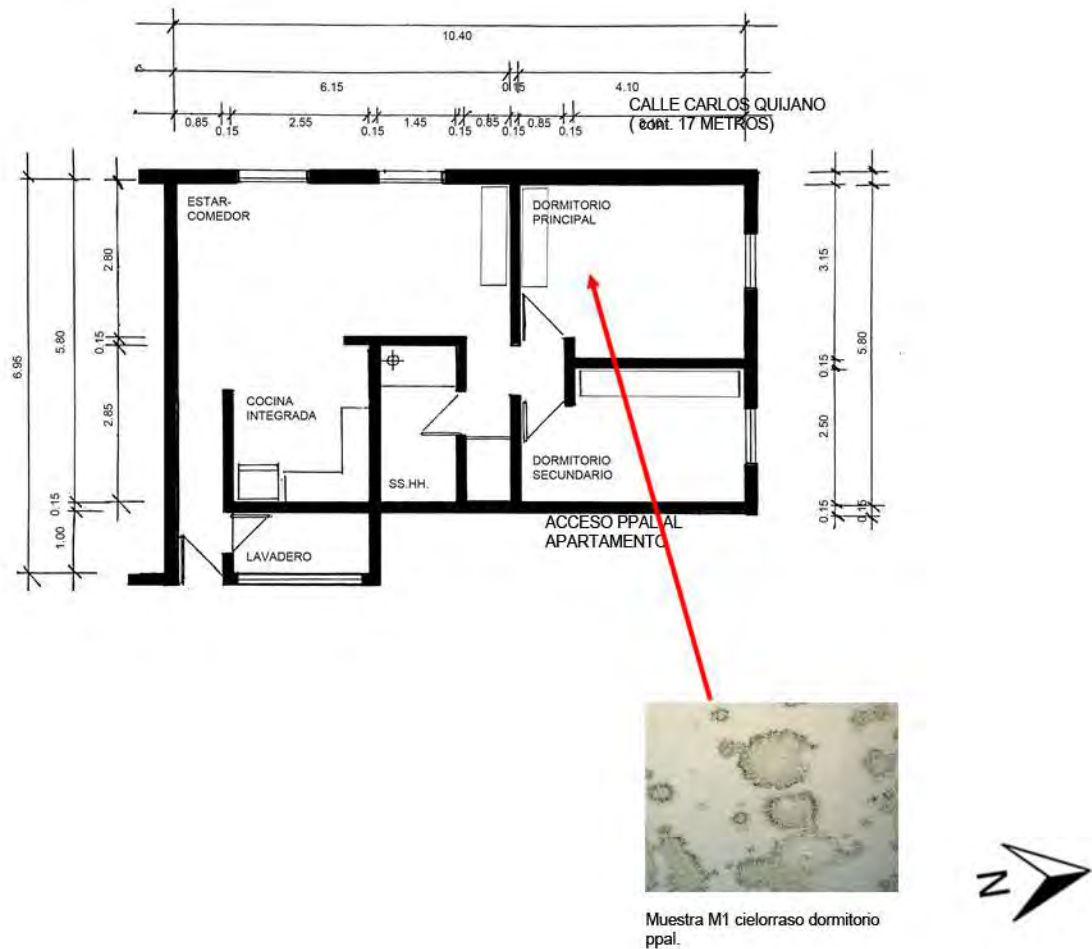


Fig. 20_Toma de muestra con hisopo estéril en dormit. ppal. (M1)

Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 21_Toma de muestra con cinta en dormit. ppal (M1)

Fuente: imagen propia de la autora

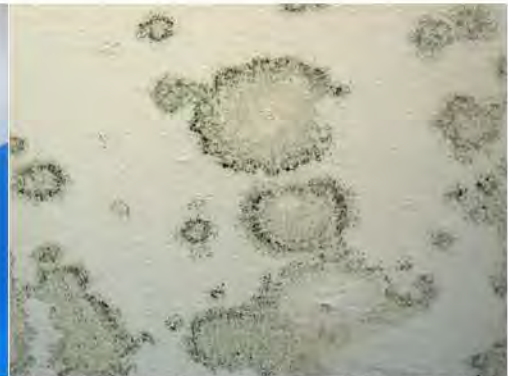


Fig. 22_Det. de mohos en cielorraso de dormit. ppal. (M1)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 24_*Alternaria tenuissima* encontrado en el dormit. ppal. (M1)

Fuente: fotografía tomada por la autora

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Cielorraso dormitorio ppal. (M1) - *Alternaria tenuissima*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes: pareja joven (alrededor de 30 años) y bebe de 6 meses

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno, S-D horarios intermitentes

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? No
- ¿falta de ventilación? Los usuarios dicen que no
- ¿se ventila la casa en invierno? Muy poco

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí, esto se ve aumentado por el hecho de tratarse de un ambiente único lo que es cocina-comedor-estar, debido a que no se están evacuando correctamente los vapores producidos por cocción, limpieza y procesos termorreguladores propios del ser humano. Los ambientes mas húmedos son los dormitorios en la planta alta
- ¿la humedad produce calor? Si
- ¿la humedad produce frío? No
- ¿tiene la sensación de sequedad? No
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Aire acondicionado en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

Deshumidificador en dormitorio ppal.

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>
[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Ansina 1018 apto 303 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 15 de setiembre de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento tipo dúplex de 2 dormitorios

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, c/ático sin ventilar, s/aislamiento térmico y con sobre techo de chapa ondulada Econopanel

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

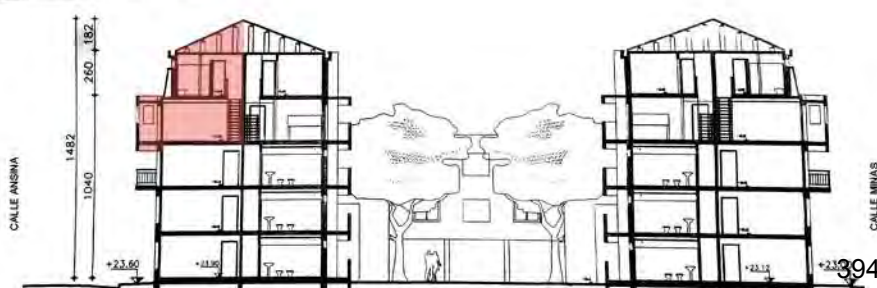
Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos suministrados por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados (dejando de lado cocina y estar-comedor), dado que la propietaria no estaba dispuesto a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

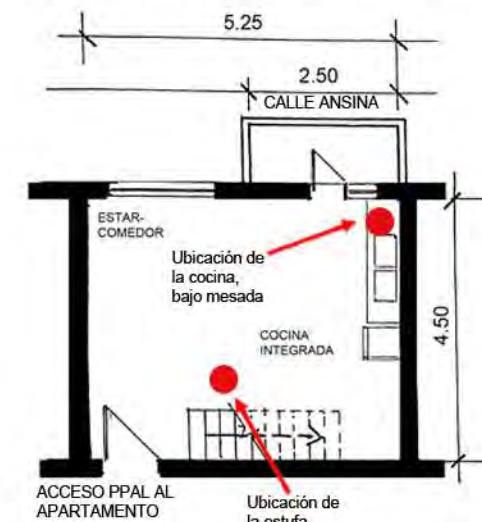
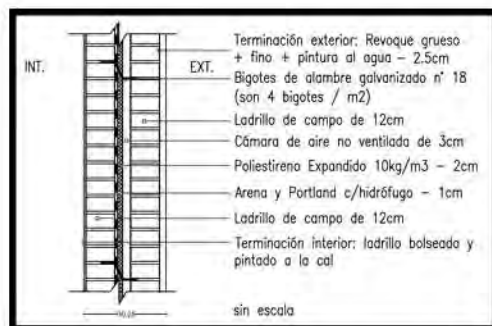


Fig. 10_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia



Fig. 11_Planta alta del apartamento
Fuente: elaboración propia





M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A

/ Plano Este = N/A

Plano Oeste = 47.82 °C

/ Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = \text{N/A}$

$tsX_{oeste} = 25.48^\circ\text{C}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = \text{N/A}$

$Q_{condoeste} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{condsur} = \text{N/A}$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

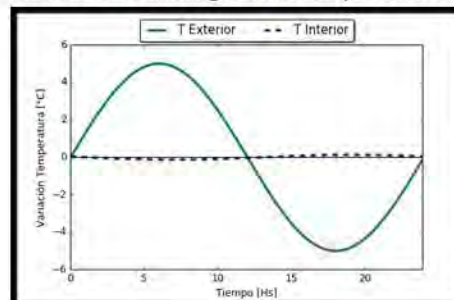
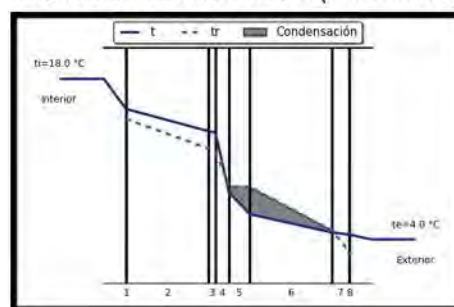


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.
No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

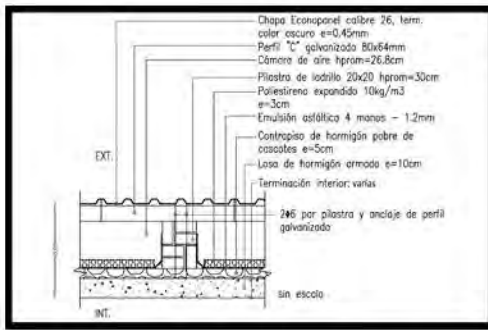
NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.



C1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): heterogéneo simple de caras plano-paralelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): horizontal

DESCRIPCIÓN: cubierta de losa de hormigón armado maciza c/cámara y sobre techo de chapa Econopanel

Masa = 1337.51 Kg/m² (por pilastra de ladrillo) / 950.93 Kg/m² (por cámara)
Espesor = 0.530 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U_{\text{por cámara}} = 0.86 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $U_{\text{por pilastra}} = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT_{\text{por cámara}} = 606.20 \text{ KJ/m}^2\text{K}$ / $CT_{\text{por pilastra}} = 992.38 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

ϕ (por cámara) = 9.78 Hs / ϕ (por pilastra) = 22.86 Hs

Factor de amortiguamiento [adimensional]

μ (por cámara) = 0.014 / μ (por pilastra) = 0.018

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial	SI	NO	por pilastra	SI	NO
Intersticial	SI	NO	por pilastra	SI	NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = \text{N/A}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de T_e máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = N/A

Plano Oeste = N/A / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = 60.19°C

Temperatura superficial interior (considerando la $t_{\text{sol-aire}}$)

invierno
 $t_{\text{snvert.}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{snhoriz.}} = 18.81^\circ\text{C}$

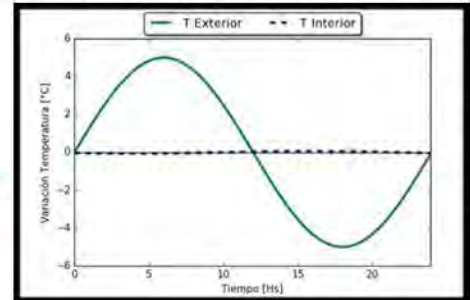
verano
 $t_{\text{sx norte}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx este}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx oeste}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx sur}} = \text{N/A}$
 $t_{\text{sx horiz.}} = 25.92^\circ\text{C}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. $T_{\text{sol-aire}}$

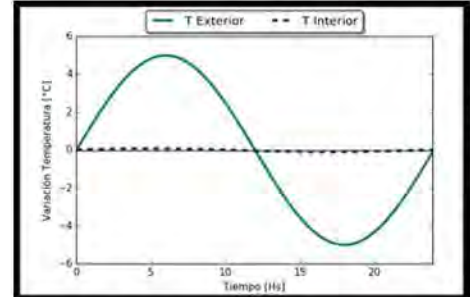
invierno
 $Q_{\text{condvertical}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 16.56 \text{ W/m}^2$

verano
 $Q_{\text{condnorte}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condoeste}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condsur}} = \text{N/A}$
 $Q_{\text{condhoriz.}} = 58.86 \text{ W/m}^2$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

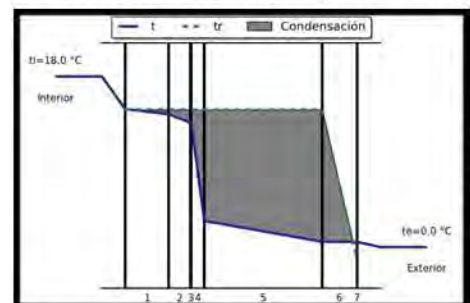


por cámara

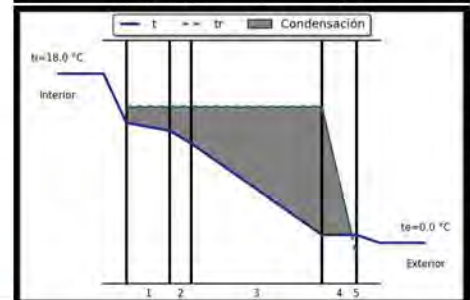


por pilastra

Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



por cámara



por pilastra

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 3349,78
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI NO

Cumple con Norma IRAM 11605 (inv)

SI

NO

(ver) SI

NO

La zona de la pilastra muestra un desempeño higrotérmico bastante malo, pudiendo aparecer moho puntualmente en esa zona del cielorraso (por efecto del puente térmico, donde se discontinúa la barrera térmica), ya que existe posibilidad de riesgo de condensación superficial. El resto de la cubierta tiene un mejor desempeño en algunos aspectos (en lo que a U refiere), aunque existe posible ocurrencia de riesgo de condensación intersticial en la zona de la cámara y del EPS, haciendo que éste último pueda perder su capacidad de aislamiento y ocasionar el posterior desmedro del mismo. Además, puede llegar a condensar en la superficie interior del sobre techo de chapa, lo que posibilita la acumulación de agua líquida en el interior de la cámara, que no tiene desagüe pensado para ello.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso nocturno)

Text = 14.0°C

HRext = 93.7%

Tint = 19.7°C

HRint = 62%

CO2min = 579 ppm

CO2max = 614 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 15/09.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, el día auditado desprendió como valor máximo 614 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA - TERMOGRAFÍA INFRAROJA

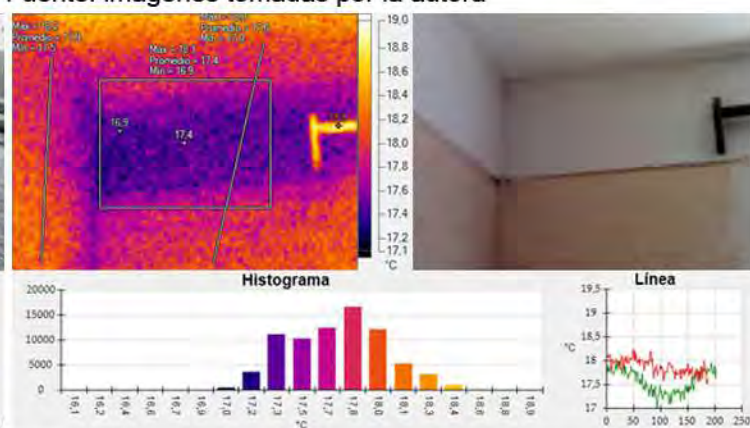
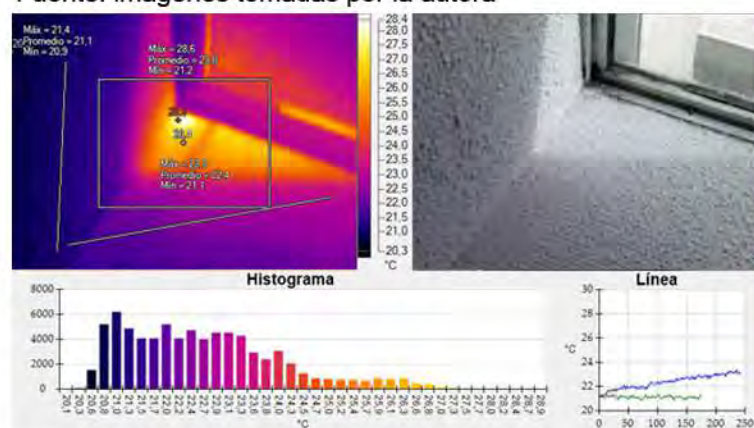
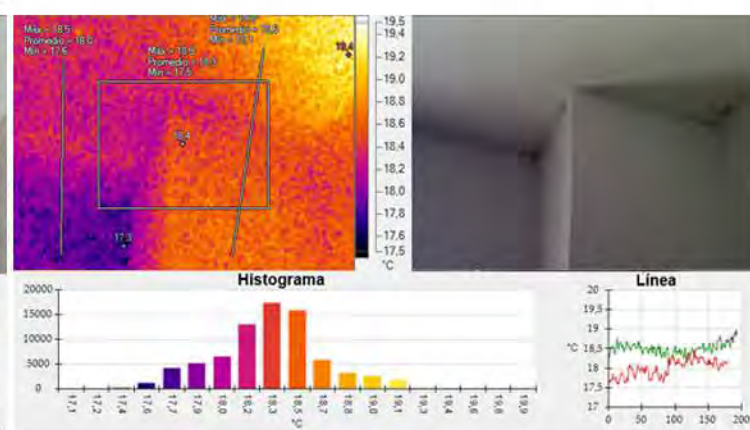
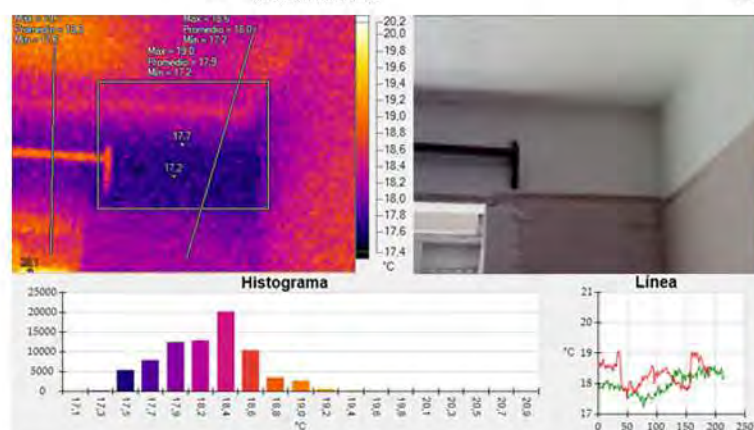
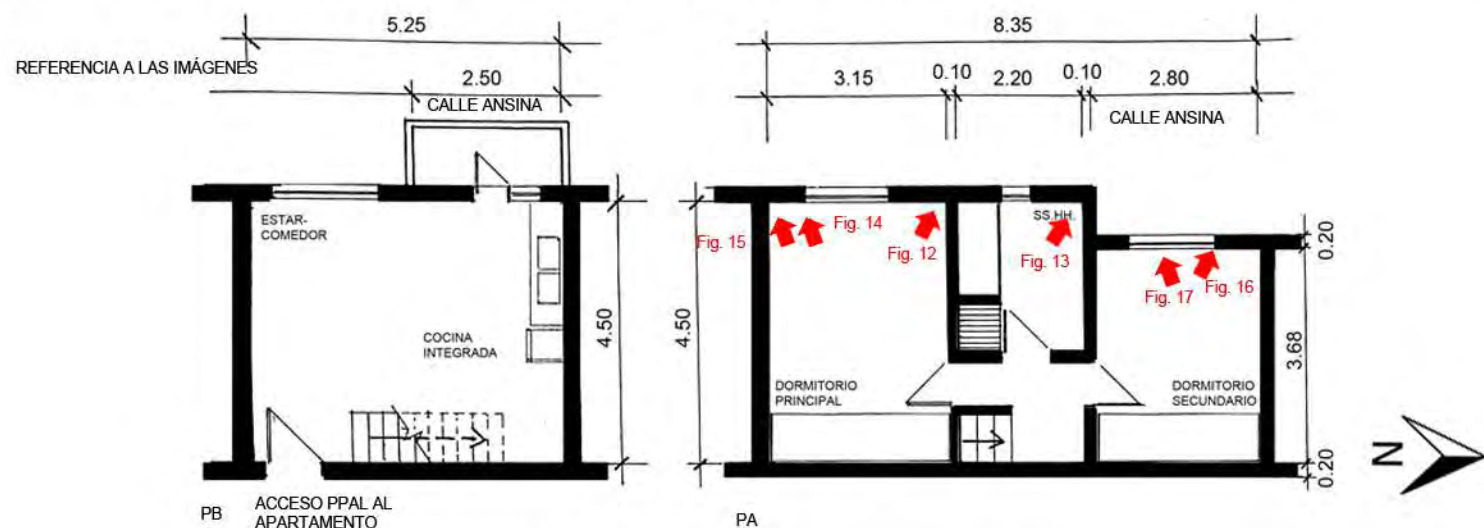


Fig. 14_Termograma e imagen real de mocheta de abertura
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Fig. 15_Termograma e imagen real de triedro superior
Fuente: imágenes tomadas por la autora

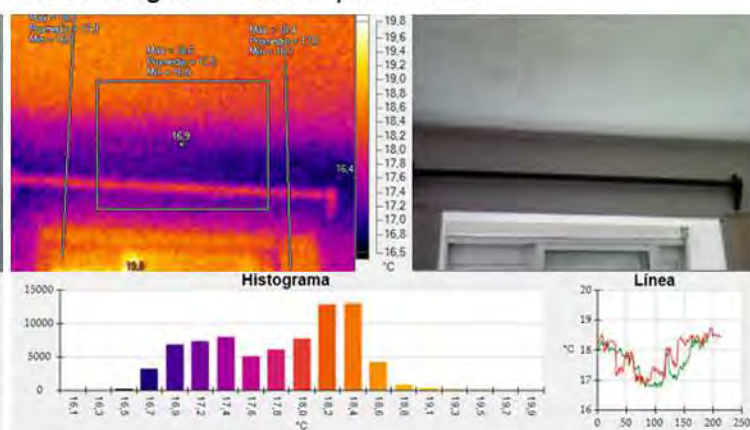
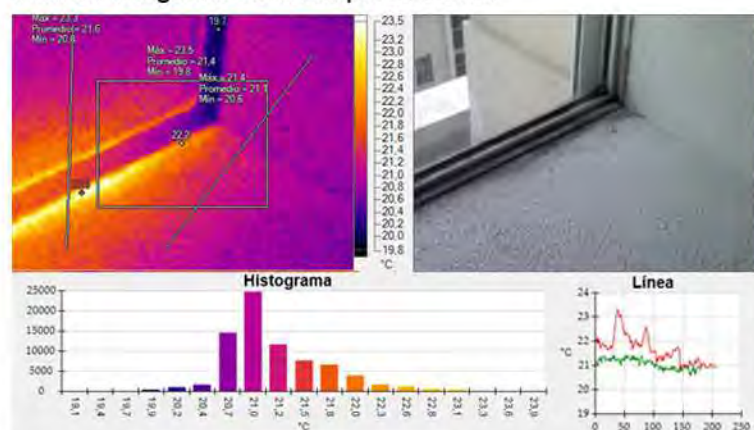


Fig. 16_Termograma e imagen real de mocheta de abertura
Fuente: imágenes tomadas por la autora

Fig. 17_Termograma e imagen real de dintel de abertura
Fuente: imágenes tomadas por la autora

OBSERVACIONES DE LOS TERMOGRAMAS

Se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos (zonas en las que por cambio de morfología o de material, la resistencia térmica se ve reducida y por tanto, el flujo energético es mayor), zonas oscuras (dentro o detrás de placares y estanterías por ejemplo), y donde hay poca circulación de aire, así como en elementos decorativos. En el termograma de la Fig. 13 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. Dado que el termograma se tomó durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de mohos (y humedad ambiental), que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

El flujo térmico en este tipo de puntos singulares no es uniforme ni perpendicular a la superficie (como ocurre en los paños centrales), sino que se trata de un punto más débil energéticamente, y que por tanto, pierde energía de forma heterogénea.

Se evidencia condensación superficial con proliferación de mohos asociado a ésta (manchas de pequeño tamaño, de color ocre a verde grisáceo, y dispuestas en pequeñas colonias diseminadas en un patrón típico para este tipo de organismos).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor (Figs.12, 13, 16 y 17).

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas) - Fig. 13 - donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

Además, se puede observar la discontinuidad de la barrera térmica entre el paño central de la pared exterior y la viga dintel, por la diferencia en la colorimetría del termograma, lo que indica, distintas temperaturas superficiales (Fig. 12).

Las pérdidas energéticas en un puente térmico (tal como se muestra en el histograma del perfil seleccionado de las Fig. 12, 15, 17), son el resultado de un inadecuado diseño de la envolvente desde el punto de vista del desempeño higrotérmico, con respecto a la selección de los materiales, cuantificación de los espesores y localización de los mismos dentro del dispositivo). En zonas de puentes térmicos geométricos la resistencia térmica es menor y además casi no existe circulación de aire convectivo, por lo que la convierte en una zona proclive a desarrollar patologías (por ejemplo, crea una atmósfera perfecta para la proliferación de las esporas de mohos que se encuentran en suspensión en el aire, en espera de encontrar el clima ideal para aflorar en colonias de diversa entidad).

No se evidencian zonas puntuales con humedad contenida en el sustrato de los cerramientos, lo que confirma que no hay humedad debida a filtraciones puntuales o accidentes en instalaciones.

En zona puntual de ingreso de agua debida a filtración puntual por abertura (que son poco estancas en este sentido y además pueden estar mal selladas, o con el material de sello envejecido), no se evidencia humedad contenida en el sustrato de las mochetas, lo que indica que el agua que ingresa alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en "alisado" de la pintura texturada y manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 13)

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

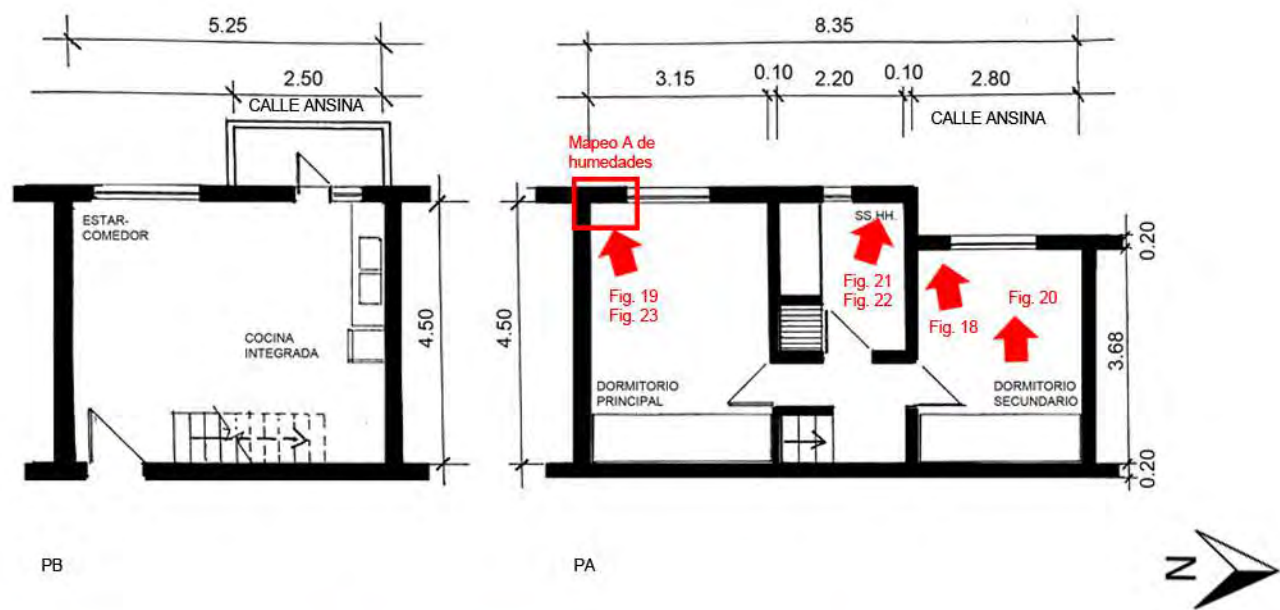


Fig. 18_Det. mohos en cielorraso
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 19_Det. de mohos en buña de pared
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Cielorraso enmohecido
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. mohos en baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. mohos en punto singular
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia de condensación, la humedad era solo a nivel superficial por lo que los niveles de agua no sobrepasaban el 15-20% (niveles propios de humedad ambiental sobre mampostería).

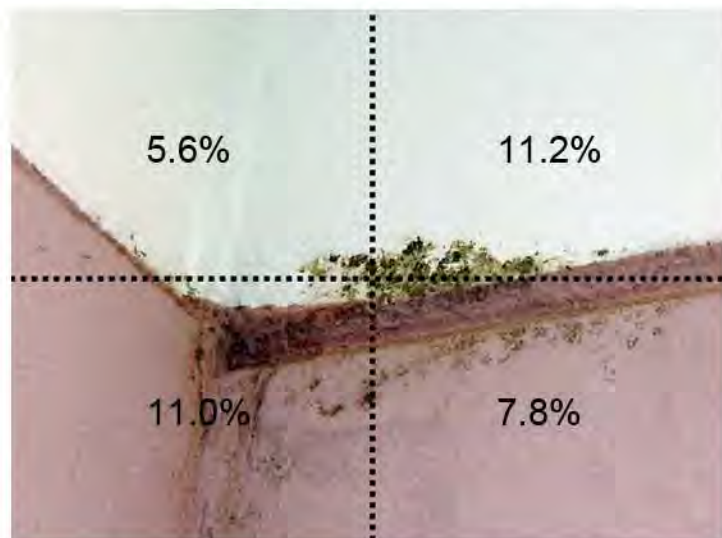


Fig. 24_Mapeo A de humedad en sector triedro superior del dormitorio principal

Fuente: Elaboración propia

MUESTREOS IN SITU Y RESULTADOS DE LABORATORIO

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

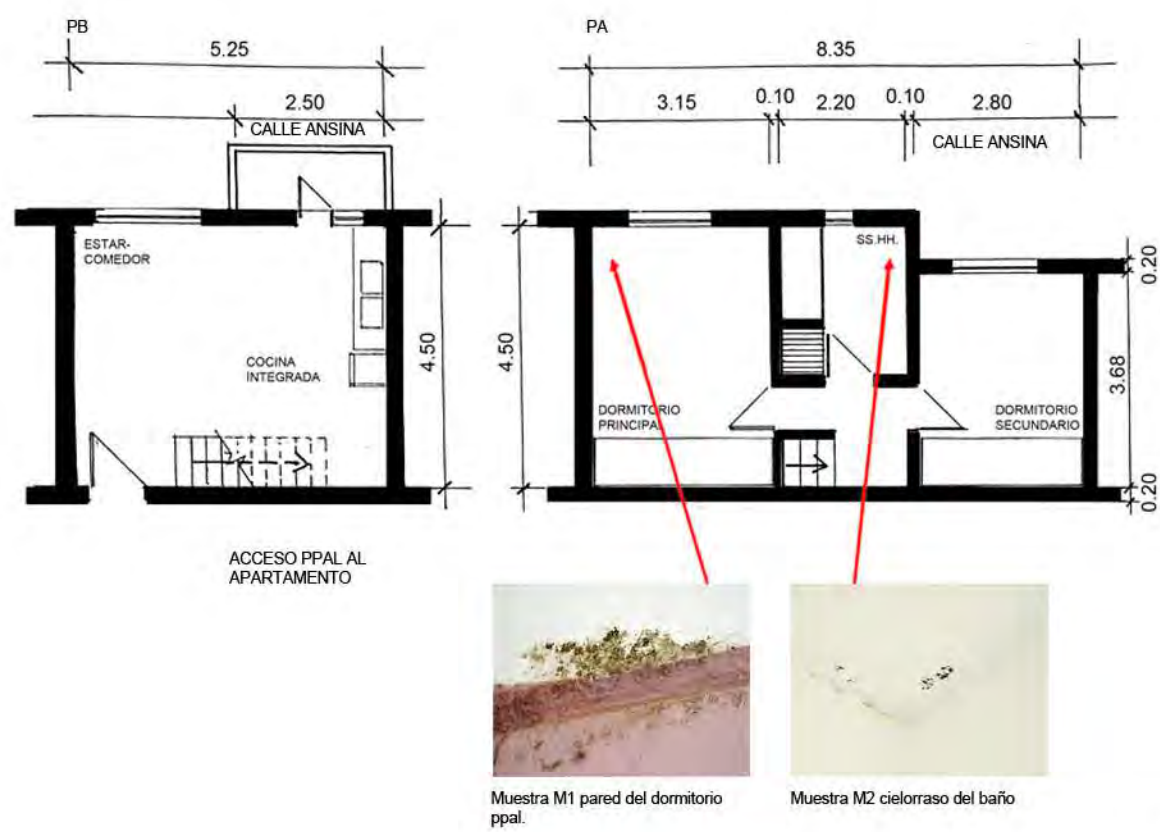


Fig. 25_Toma de muestra con hisopo estéril en pared del dormit. ppal. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 26_Toma de muestra con cinta en pared del dormit. ppal. (M1)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 27_Det. de mohos en pared del dormit. ppal. (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora

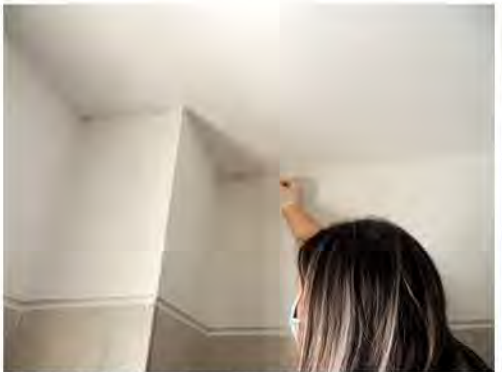


Fig. 28_Toma de muestra con hisopo estéril en cielorraso del baño (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 29_Toma de muestra con cinta en cielorraso del baño (M2)
Fuente: imagen propia de la autora



Fig. 30_Det. de mohos en cielorraso del baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 31_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 32_Placas de PDA con el cultivo de las muestras extraídas del apartamento
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 33_ *Cladosporium* sp. encontrado en el baño (M2)
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 34_ *Penicillium crustosum* encontrado en el dormit. ppal. (M1)
Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

Pared del dormitorio ppal. M1 - *Penicillium crustosum*
Cielorraso baño M2 - *Cladosporium* sp.

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

1 habitante: una mujer joven (de alrededor de 35 años)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? No
- ¿falta de ventilación? No
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí, todos los días, varias veces al día (en oportunidad de encontrarse la propietaria en su casa)

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? No
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? Sí, sobretudo durante el invierno, los locales son muy fríos
- ¿tiene la sensación de sequedad? No
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

Sí

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos SI

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis SI

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>

[Consulta: marzo 2018]



Fig. 1_ Vista satelital con el mojón indicador del apartamento
Fuente: Google Maps 2018



Fig. 2_ Vista representativa de dos de los bloques de Covireus
Fuente: Fotografía tomada por la autora

DIRECCIÓN: Minas 1015 apto 002 - Barrio Sur y Palermo

FECHA DE LA EVALUACIÓN: 15 de setiembre de 2018

DESCRIPCIÓN: apartamento de 3 dormitorios + 1 baño

CONSTRUCCIÓN: tradicional: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico, terminación revoque pintado de ambos lados; cubierta de losa maciza de hormigón armado, c/ático sin ventilar, s/aislamiento térmico y con sobre techo de chapa ondulada Econopanel

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009-2012

GRÁFICOS GENERALES DE UBICACIÓN (s/escala):

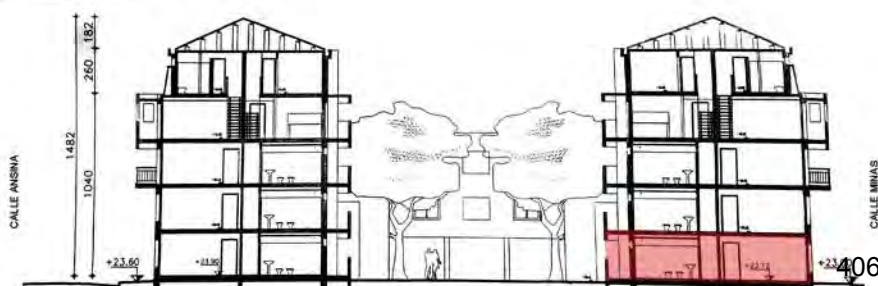
Nota: el grado de detalle de los gráficos generales está en función del acceso a la documentación oficial. En muchos casos no se tuvo acceso a ella de modo que lo que se muestra son esquemas con medidas aproximadas solo a efectos de aportar más datos para el entendimiento del estudio de caso.



Fig. 3_ Planta y alzado general de referencia,
con la ubicación del apartamento en estudio
Fuente: gráficos provistos por el propietario



Fig. 4_ Vista satelital con mojón indicador del
apartamento en estudio
Fuente: Google Maps 2018



LA VIVIENDA: IMAGENES DE RECORRIDO

Nota 2: la disponibilidad de las imágenes de recorrido de la vivienda queda supeditada a la aprobación del propietario. Por razones de privacidad y por considerarse temas “delicados”, en muchos casos solo permitieron tomar imágenes de detalle de las zonas afectadas, a efectos de no individualizar la vivienda. En este caso, las imágenes de recorrido son solo parciales y de los locales evaluados, dado que la propietaria no estaba dispuesto a que se tomaran imágenes generales del inmueble.



Fig. 5_Imagen parcial de la cocina
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 6_Imagen parcial del dormit. sec.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 7_Imagen parcial del baño
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 8_Imagen parcial del dormit. ppal.
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 9_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora



Fig. 10_Imagen parcial del estar-comedor
Fuente: imagen tomada por la autora

PLANTAS DEL APARTAMENTO (s/escala)

Nota 3: Las medidas de los locales son aproximadas. Responden al relevamiento básico en sitio, realizado procurando la mínima interferencia con las actividades del usuario. Por lo tanto, el detalle de la planta es a solo efecto de un mejor entendimiento del estudio de caso

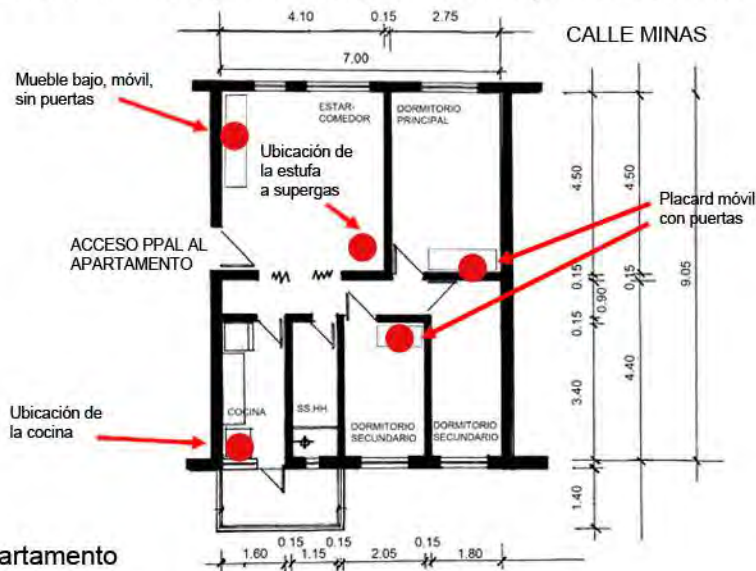
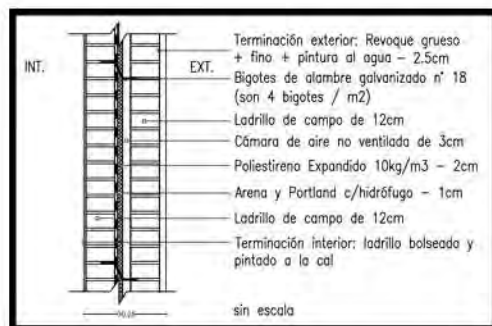


Fig. 11_Planta baja del apartamento
Fuente: elaboración propia



M1

ENVOLVENTE OPACA TRADICIONAL

CERRAMIENTO (TIPO): homogéneo de caras plano-parallelas y en contacto con el aire exterior

CERRAMIENTO (POSICIÓN): vertical

DESCRIPCIÓN: muro de doble hoja de ladrillo de campo c/cámara y aislamiento térmico; term. int. boleada, ext. revoque pintado

Masa = 383.1 Kg/m²

Espesor = 0.325 m

PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Transmitancia Térmica [W/m²K] (según Norma UNIT-ISO 6946:2007)

$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia Térmica Media Ponderada [W/m²K]

$U_m = \text{N/A}$

Capacidad Térmica del cerramiento [KJ/m²K]

$CT = 383.37 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

Retardo Térmico [Hs]

$\phi = 13.05 \text{ Hs}$

Factor de amortiguamiento [adimensional]

$\mu = 0.027$

Riesgo de Condensación (según Norma UNIT-ISO 13788:2001)

Superficial

SI

NO

Intersticial

SI

NO

Corrección de la Transmitancia Térmica debido a puentes térmicos en paños centrales (según

UNIT-ISO 6946:2007-Anexo D) [W/m²K]

$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperatura sol-aire [°C] a la hora de Te máxima por plano

Plano Norte = N/A / Plano Este = 41.19°C

Plano Oeste = 47.82°C / Plano Sur = N/A

Plano Horizontal = N/A

Temperatura superficial interior (considerando la tsol-aire)

invierno

$ts_{nvert} = 23.09^\circ\text{C}$

$ts_{nhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$tsX_{norte} = \text{N/A}$

$tsX_{este} = 25.59^\circ\text{C}$

$tsX_{oeste} = 25.48^\circ\text{C}$

$tsX_{sur} = \text{N/A}$

$tsX_{horiz.} = \text{N/A}$

Densidad de Flujo Térmico de Conducción [W/m²] cons. Tsol-aire

invierno

$Q_{condvertical} = 15.79 \text{ W/m}^2$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

verano

$Q_{condnorte} = \text{N/A}$

$Q_{condeste} = 36.13 \text{ W/m}^2$

$Q_{condoeste} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{condsur} = \text{N/A}$

$Q_{condhoriz.} = \text{N/A}$

Gráfico de amortiguamiento (HTerm 3.0)

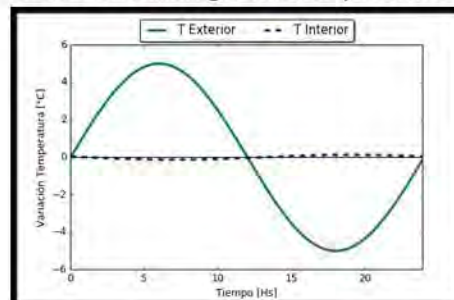
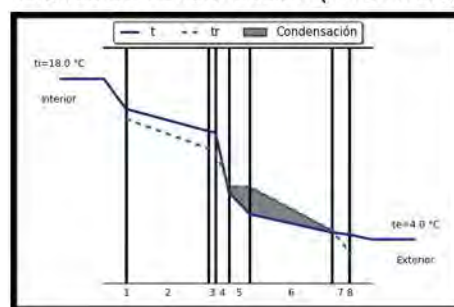


Gráfico de condensación (HTerm 3.0)



*N/A porque son paredes colindantes con otros aptos. o interiores (osea, no están expuestas), que no tienen aporte solar ni intercambian energía con el exterior.

PERFIL ECONÓMICO

Costo*/m² construido = \$ 4046,65
(pesos uruguayos, impuestos incluidos)

*El precio incluye solo precio de mano de obra y materiales.

No incluye el monto imponible (leyes sociales) que se adjunta en las planillas anexas por ser de carácter estimativo.

OBSERVACIONES

Cumple con Resolución 2928/09

SI

NO

Cumple con Norma UNIT 1150

SI

NO

Cumple con Norma IRAM 11605

(inv) SI

NO

(ver) SI

NO

Posible riesgo de condensación intersticial en la cámara de aire y en el interior del muro de ladrillo exterior. Esto puede traer consecuencias negativas de crecimiento de moho dentro de la cámara y aparición de eflorescencias salinas por arrastre de agua con sales del mortero de toma hacia la superficie de los ladrillos, con el consecuente desmedro de los materiales.

Nótese que si se compara la U corregida por el efecto de los "bigotes" (anclajes) con la Resolución Municipal o la norma UNIT, ésta ya no estaría cumpliendo con el máximo admisible.

MONITOREO IN SITU DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Valores instantáneos (valores tomados en zona térmica de uso diurno)

Text = 15.0°C

HRExt = 87.8%

Tint = 20.4°C

HRint = 62%

CO2min = 864 ppm

CO2max = 937 ppm

Monitoreo con microadquisidor de datos (si corresponde)

Este estudio de caso no contempla el monitoreo de las condiciones de temperatura y humedad relativa interior con microadquisidor de datos

Análisis con diagrama psicrométrico (si corresponde)

OBSERVACIONES DE LOS GRÁFICOS Y/O DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS

Se realizaron mediciones de valores instantáneos de temperatura, humedad relativa interior y niveles de CO2 interior, todos valores relacionados con la calidad de la ventilación y/o renovación de aire, el día en que se realizó la visita de evaluación: 15/09.

A partir de dichos datos, se puede llegar a la conclusión que:

- Los locales analizados durante la evaluación se encontraban en régimen, es decir, que en ese momento estaban siendo utilizados, de modo que ello se traduce en que la temperatura y HR deberían de ser más altas con respecto a los valores exteriores, por tener el aporte del metabolismo de los usuarios. El valor de la HR interior se encuentra ya en un valor favorable para crear un microclima ideal para la proliferación de hongos y mohos (según MONJO CARRIÓ, 2010, estos organismos proliferan con una HR interior de entre 55-60% y una temperatura superior a 20°C).
- Respecto a los valores de CO2, la medición instantánea en el ambiente, el día auditado desprendió como valor máximo 937 ppm, valor que se encuentra dentro de los valores admisibles para una exposición continua por la norma UNE 100-011-91 (según dicha norma, al finalizar el día y con una exposición continua, los valores de CO2 no deberían de sobrepasar las 1000 ppm).

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

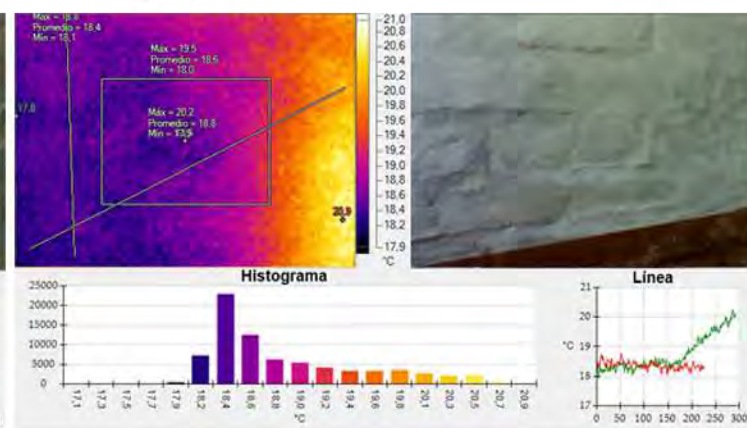
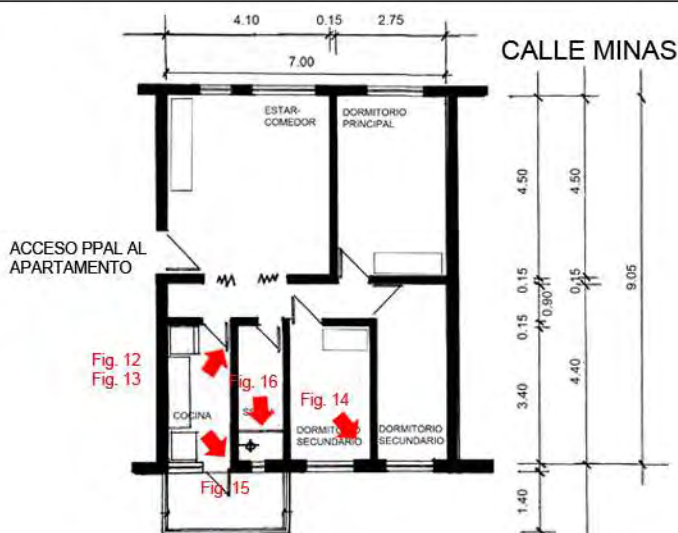


Fig. 13_Termograma e imagen real de tabique de cocina
Fuente: imágenes tomadas por la autora

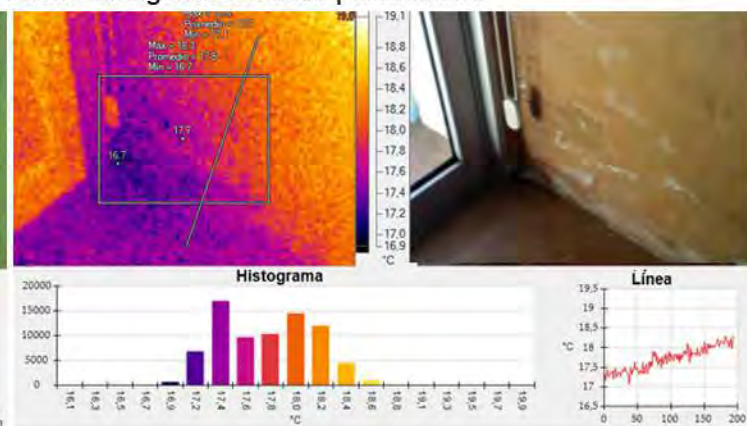
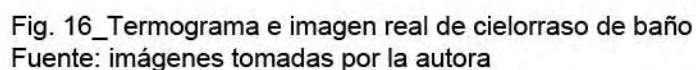


Fig. 15_Termograma e imagen real de triedro inferior
Fuente: imágenes tomadas por la autora



En este caso, no se reconocen humedades de condensación en zonas proclives a tal hecho, como son los puentes térmicos geométricos y constructivos. En el termograma de la Fig. 16 se puede observar una diferencia de temperaturas de menos de 2°C entre el triedro y el resto del cerramiento. La no presencia de mohos de condensación en comparación con los otros casos analizados de la misma cooperativa y por lo tanto, con la misma solución constructiva, puede indicar un uso de la vivienda distinto del usuario, destacando una buena evacuación de los vapores interiores mediante ventilación natural. Otro hecho a resaltar es que el apartamento se encuentra en planta baja, de modo que al tener menos envolvente expuesta, también está más "protegido" en este sentido, por tener la mayor parte de la envolvente adiabática.

Dado que los termogramas se tomaron durante el invierno, y el local estaba climatizado con aire acondicionado, este contraste es más fuerte y se puede visualizar mejor en la zona con colorimetría más oscura, que en definitiva es por donde más se está perdiendo energía. Además, esta heterogeneidad se ve potenciada por la existencia de humedad, que ayudan a aumentar la conductividad térmica en dicho punto.

Se evidencia proliferación de mohos a nivel de zócalo en algunos cerramientos verticales, asociados a ascensión capilar (manchas de gran tamaño, de color oscuro y dispuestas en un patrón típico para este tipo de humedades, con desprendimiento y ampollamiento del revestimiento de la pared). Asimismo, existe humedad contenida en el sustrato, el agua proveniente de las napas freáticas está ascendiendo constantemente y no se permite que el cerramiento llegue a secarse (Figs. 12 y 14).

Debe destacarse que se evidencian puentes térmicos debido a elementos estructurales de hormigón en cerramientos verticales. A pesar de existir aislamiento térmico en los cerramientos (la diferencia entre la temperatura superficial respecto a la temperatura del aire interior de los locales es menor a 2.5°C), se asume que el espesor utilizado no es suficiente como para aumentar la temperatura superficial del cerramiento, y por otro lado, al no existir barrera de vapor, es de suponer que la barrera térmica perdió sus propiedades como tal debido a posibles condensaciones intersticiales), de modo que estos factores se traducen condensaciones superficiales visibles macroscópicamente.

En zona puntual de ingreso de agua debida a una rotura accidental de alguna instalación sanitaria del baño apartamento del piso superior inmediato, no se evidencia humedad contenida en el cielorraso de yeso, lo que indica que el agua que ingresa alcanza a secarse (y por ello la manifestación de la patología, en ampollado de la pintura y manchas concéntricas en una paleta de amarillos y ocre (Fig. 16)

Otros puentes térmicos detectados son de carácter lineal, y obedecen a razones morfológicas (puente térmico geométrico) y de cambio de materialidad (puente térmico constructivo). Se aprecian entonces, en todos los encuentros de cubierta-muros y muro-muro, y por otro, en la carpintería metálica de las aberturas, muy conductora del calor.

Los altos contrastes y la heterogeneidad en los colores en puentes térmicos y en ciertas zonas puntuales que representan las diversas emisividades (y por lo tanto los niveles de radiación y entonces las temperaturas superficiales) en la parte opaca de los cerramientos, indican que se está perdiendo energía de forma heterogénea. Esto confirma la hipótesis de la falta de aislamiento térmico en puntos singulares y así como, de una mala colocación/localización de la barrera térmica donde sí existe, y de un espesor insuficiente. La barrera térmica no fue adherida al muro interior (dentro de la cámara de aire), con ningún adhesivo -usualmente se utiliza emulsión asfáltica para ello-. Esto trae el inconveniente que la misma quedará volcada por su propio peso, generando "discontinuidades" que harán que térmicamente el cerramiento no funcione homogéneamente.

La situación de un inadecuado espesor de aislamiento queda mucho más evidenciado por las diferencias de temperatura de las paredes expuestas al exterior con respecto a las que están colindantes a otro ambiente interior (paredes adiabáticas), donde la diferencia de temperatura superficial entre la pared exterior y el tabique interior es del orden de los 3°C.

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

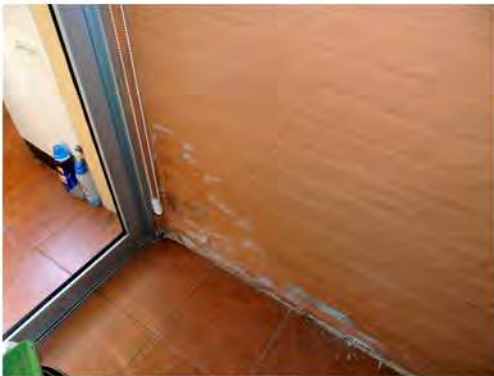
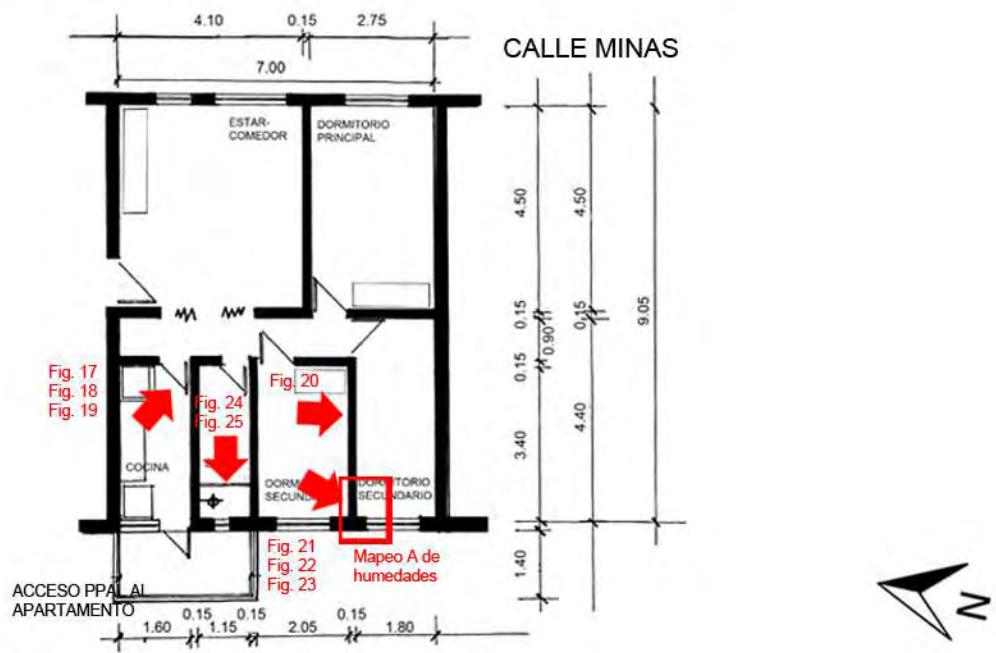


Fig. 17_Det. mohos en cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 18_Det. mohos en cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora

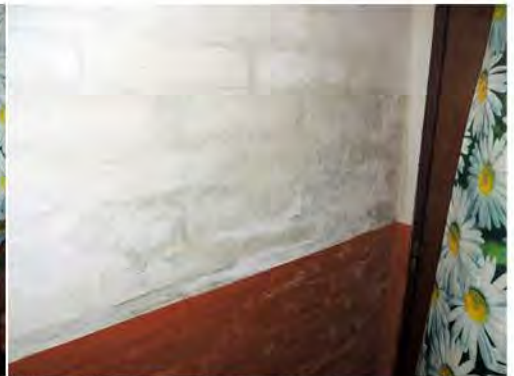


Fig. 19_Det. mohos en cocina
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 20_Det. mohos en zócalo dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 21_Det. mohos en dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 22_Det. mohos en dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 23_Det. mohos en dormit. sec.
Fuente: fotografía tomada por la autora

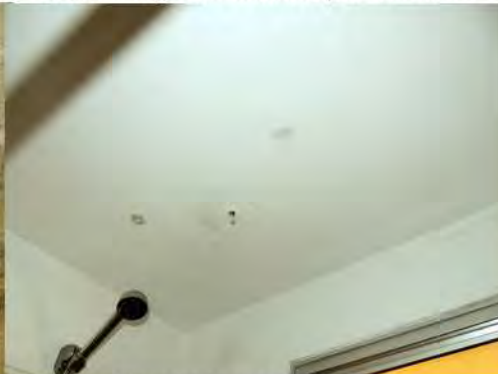


Fig. 24_Cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 25_Det. mohos en cielorraso del baño
Fuente: fotografía tomada por la autora

CARACTERIZACION CUANTITATIVA - MAPEOS DE HUMEDADES

Según se pudo medir con el higrómetro electrónico capacitivo, en las zonas donde había presencia ascensión capilar, donde había agua contenida, los niveles de humedad ascendieron hasta un 99.9%..

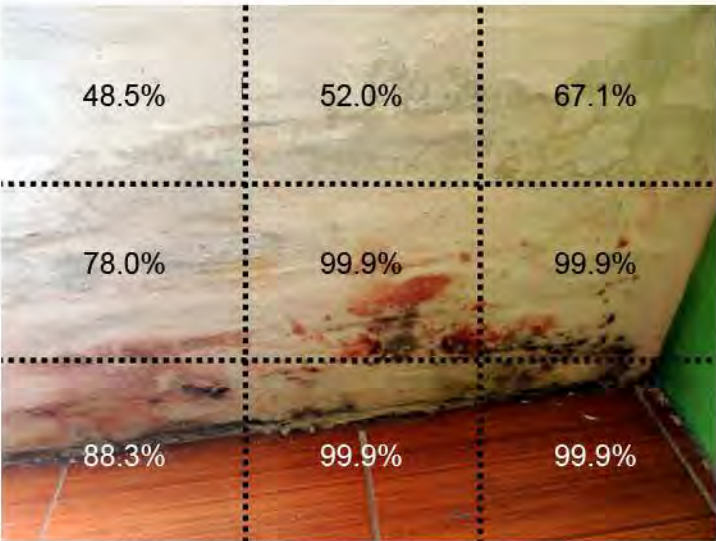


Fig. 26_Mapeo A de humedad en sector pared a nivel de zocalo del dormitorio secundario
Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA A LAS IMÁGENES

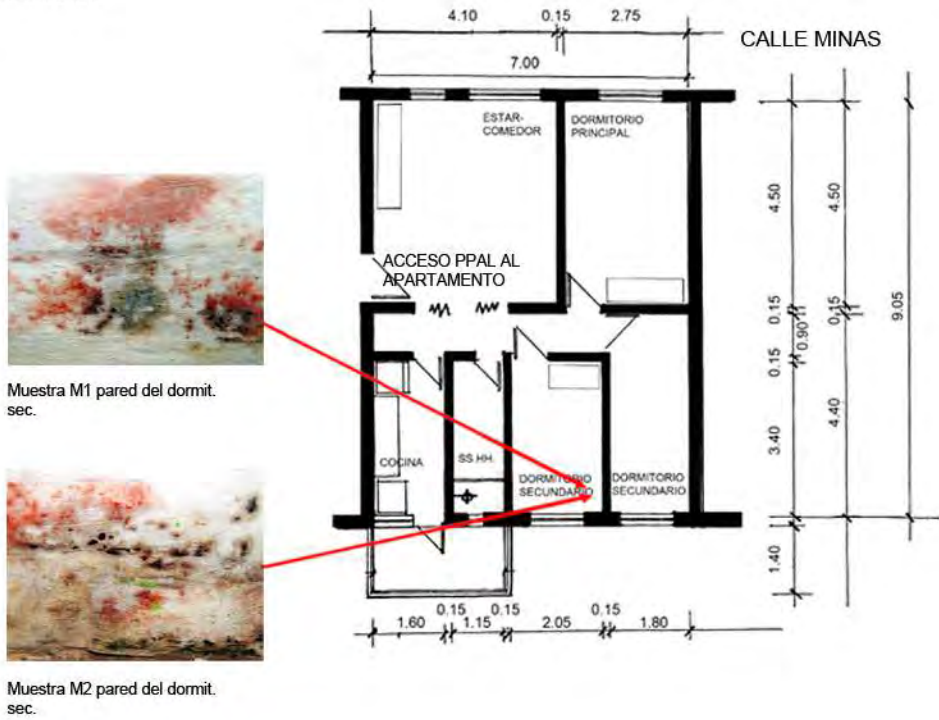




Fig. 33_ *Cladosporium* sp. encontrado en el dormit. sec. (M2)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 34_ *Aspergillus wentii* encontrado en pared del dormi. sec. (M1)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 35_ *Mortierella alpina* encontrada en el dormit. sec. (M2)

Fuente: fotografía tomada por la autora



Fig. 36_ *Penicillium chrysogenum* encontrado en el dormit. sec. (M1)

Fuente: fotografía tomada por la autora

GENEROS/ESPECIES ENCONTRADOS (Y SU LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA VIVIENDA):

- Pared dormitorio sec. M1 - *Penicillium chrysogenum*
- *Aspergillus wentii*
Pared dormitorio sec. M2 - *Cladosporium* sp.
- *Mortierella alpina*

Síndrome del Edificio Enfermo, evaluación de contaminantes biológicos

¿Cuántas personas viven en la vivienda?

3 habitantes: una mujer adulta mayor (de alrededor de 65 años) y dos jóvenes (menor de 30 años)

¿Cuánto tiempo pasa en la vivienda?

L-V horario vespertino (luego de las 17hs) y nocturno. S-D horarios intermitentes (sobretudo matutinos y nocturnos)

En relación a la ventilación:

- ¿hay corrientes de aire? No
- ¿falta de ventilación? No
- ¿se ventila la casa en invierno? Sí, todos los días

En relación a la HR:

- ¿tiene la sensación de ambiente húmedo? Sí,
- ¿la humedad produce calor? No
- ¿la humedad produce frío? No
- ¿tiene la sensación de sequedad? No
- No crea problemas

¿Qué tipo de calefacción usa?

Estufa a supergas en zona térmica de uso diurno (cocina-comedor-estar)

¿Usa algún tipo de broncodilatador?

No

¿Usted siente alguno/s de los siguientes SINTOMAS?

Oculares: sequedad, picazón, lagrimeo, visión borrosa NO

Nasales: congestión, sequedad, rinitis, estornudos seguidos NO

Garganta: sequedad, picazón, dolor NO

Trastornos respiratorios: dificultad para respirar, tos, asma, bronquitis NO

Síntomas parecidos a la gripe: fiebre, escalofríos, debilidad NO

Síntomas parecidos a los reumáticos: dolor en articulaciones, cansancio, inflamación en articulaciones NO

*Encuesta diseñada en base a los cuestionarios del INSHT en su libro Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. p.101-121[Disponible online]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>
[Consulta: marzo 2018]

4.2 Análisis y discusión de resultados:

A continuación, se analizarán y discutirán los resultados obtenidos y plasmados en las fichas de evaluación de los Estudios de Caso, tanto las de enfoque teórico como práctico; mediante la inclusión de dos matrices resumen de los mismos y los gráficos correspondientes comparativos. Se analizarán los aspectos constructivos, los que refieren a climatización y hábitos de ventilación, los de salud del usuario, los relacionados con las patologías edilicias encontradas, a los géneros y especies de mohos (hongos miceliales o filamentosos) hallados, y finalmente a las cuestiones económicas. Además se analizarán aspectos puramente teóricos (relacionados con la performance de las soluciones en todas sus variables de estudio) discriminándolos en cerramientos verticales y horizontales; a efectos de darle una mayor especificidad a la comparación.

De este análisis, surgirá una guía de recomendaciones de diseño, construcción y mantenimiento, las dos primeras dirigidas al técnico y la tercera dirigida al usuario, a efectos de mejorar su desempeño fundamentalmente termohigrométrico e hidro repelente, y evitar así la tendencia a la aparición de patologías constructivas que culminan con el desmedro del material, una mala calidad del aire interior y el discomfort térmico del usuario.

	Estudio de caso n°1	Estudio de caso n°2	Estudio de caso n°3	Estudio de caso n°4	Estudio de caso n°5	Estudio de caso n°6	Estudio de caso n°7	Estudio de caso n°8	Estudio de caso n°9	Estudio de caso n°10
CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	USO ESTUFA SIEMPRE									
	USO AIRE ACONDICIONADO									
	USO DESHUMIDIFICADOR									
	TIENE HÁBITOS DE VENT. NAT.									
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS/TÉRMINO-ENERGÉTICOS	EXISTENCIA DE A.T. EN PAREDES									
	EXISTENCIA DE A.T. EN TECHOS	N/A							N/A	N/A
	EXISTENCIA DE B.D.V. EN PAREDES									
	EXISTENCIA DE B.D.V. EN TECHOS									
	(50) CUMPLE RES. HUM. PAREDES									
	(50) CUMPLE RES. HUM. TECHOS									
	TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA PARED (W/m²K)	0.82	2.52	0.66	1.67	0.82	0.82	0.82		N/A
	TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL TECHO (W/m²K)	0.86 / 1.41	N/A	3.79	1.27 / 1.17	0.86 / 1.41	0.86 / 1.41	0.86 / 1.41	0.82	1.38
	TRANSMITANCIA TÉRMICA PONDERADA DE LA PARED (W/m²K)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	TRANSMITANCIA TÉRMICA PONDERADA DEL TECHO (W/m²K)	0.88	N/A	N/A	N/A	0.88	0.88	0.88	N/A	N/A
	TRANSMITANCIA TÉRMICA CORREGIDA DE LA PARED (W/m²K)	0.88	N/A	0.73	N/A	0.88	0.88	0.88	0.98	N/A
	TRANSMITANCIA TÉRMICA CORREGIDA DEL TECHO (W/m²K)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
SALUD DEL USUARIO	CAPACIDAD TÉRMICA DE PARED (KJ/m²K)	383.37	253.5	410.8	422.5	383.37	383.37	383.37	383.37	325.7
	CAPACIDAD TÉRMICA DEL TECHO (KJ/m²K)	606.20 / 592.38	N/A	400.94	388.45 / 354.7	606.20 / 592.38	606.20 / 592.38	606.20 / 592.38	606.20 / 592.38	N/A
	FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO DE PARED	0.027	0.361	0.01	0.199	0.027	0.027	0.027	0.027	0.069
	RETARDO TÉRMICO DE PARED (H)	13.05	4.93	11.69	13.41	13.05	13.05	13.05	13.05	9.99
	FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO DE TECHO	0.014 / 0.018	N/A	0.168	0.071 / 0.075	0.014 / 0.018	0.014 / 0.018	0.014 / 0.018	0.014 / 0.018	N/A
	RETARDO TÉRMICO DE TECHO (H)	9.78 / 22.86	N/A	6.25	31.44 / 10.69	9.78 / 22.86	9.78 / 22.86	9.78 / 22.86	9.78 / 22.86	N/A
	SUFREN DE AFECIONES RESPIRATORIAS									
	SUFREN DE AFECIONES NASALES									
	SUFREN DE AFECIONES REUMÁTICAS									
	UTILIZAN INHIBIDORES									
HISTORIA DE ENFERMEDADES	EXISTENCIA DE HUMEDAD/CONDENSACIÓN									
	EXISTENCIA DE HUMEDAD FILTRACIÓN									
	EXISTENCIA DE HUMEDAD CAPILAR (COMIENTOS)									
	RIESGO DE COND SUP PAREDES									
	RIESGO DE COND INT PAREDES									
	RIESGO DE COND SUP TECHO									
	RIESGO DE COND INT TECHO									
	A - <i>Aspergillus nidulans</i>									
	B - <i>Monascus alpinus</i>									
	C - <i>Aspergillus niger</i>									
	D - <i>Penicillium</i> (sin identificar especie)									
	E - <i>Mucor circinellus</i>									
	F - <i>Aspergillus versicolor</i>									
HONGOS (HALLAZGOS GENÉRICOS Y ESPECIES)	G - <i>Lodderomyces elongisporus</i>									
	H - <i>Alternaria tenuissima</i>									
	I - <i>Penicillium chrysogenum</i>									
	J - <i>Chaetomium spp</i>									
	K - <i>Alternaria alternata</i>									
	L - <i>Trichoderma atroviride</i>									
	M - <i>Penicillium crustosum</i>									
	N - <i>Rhizopus oryzae</i>									
	O - <i>Aspergillus wentii</i>									
ASPECTOS ECONÓMICOS	COSTO/M2 DE CUBIERTA	3340.78	N/A	1935.33	N/A	3340.78	3340.78	3340.78	3340.78	N/A
	COSTO/M2 DE PARED	4046.65	3916.36	4816.53	N/A	4046.65	4046.65	4046.65	4046.65	3271.06

Tabla 15: Matriz resumen de resultados de los Estudios de Caso 1 a 10¹

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

¹ A.T.= aislamiento térmico; B.D.V. = barrera de vapor; Cuando la celda está coloreada, significa caso afirmativo

(continuación)

[illegible]

Tabla 16: Matriz (cont.) resumen de resultados de los Estudios de Caso 11 a 20²

Fuente: elaboración propia de la autora del presente trabajo

² A.T.= aislamiento térmico; B.D.V. = barrera de vapor; Cuando la celda está coloreada, significa caso afirmativo

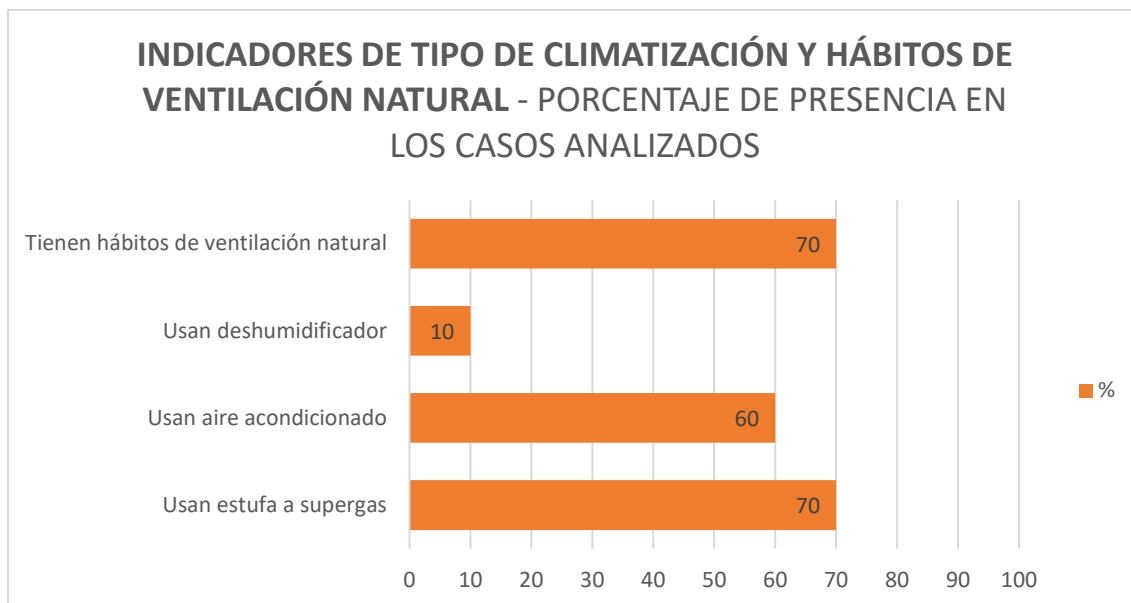


Gráfico 23: Indicadores de tipo de climatización y hábitos de ventilación natural.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

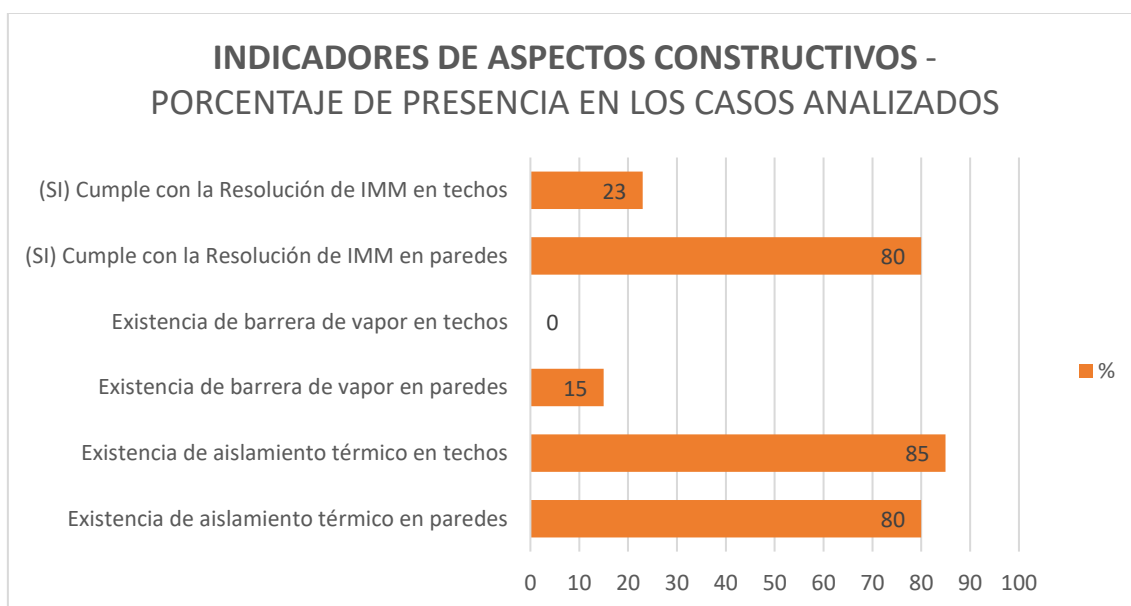


Gráfico 24: Indicadores de aspectos constructivos.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

INDICADORES DE ASPECTOS CONSTRUCTIVOS – TRANSMITANCIA TÉRMICA DE MUROS DE LOS CASOS ANALIZADOS (W/m2K)

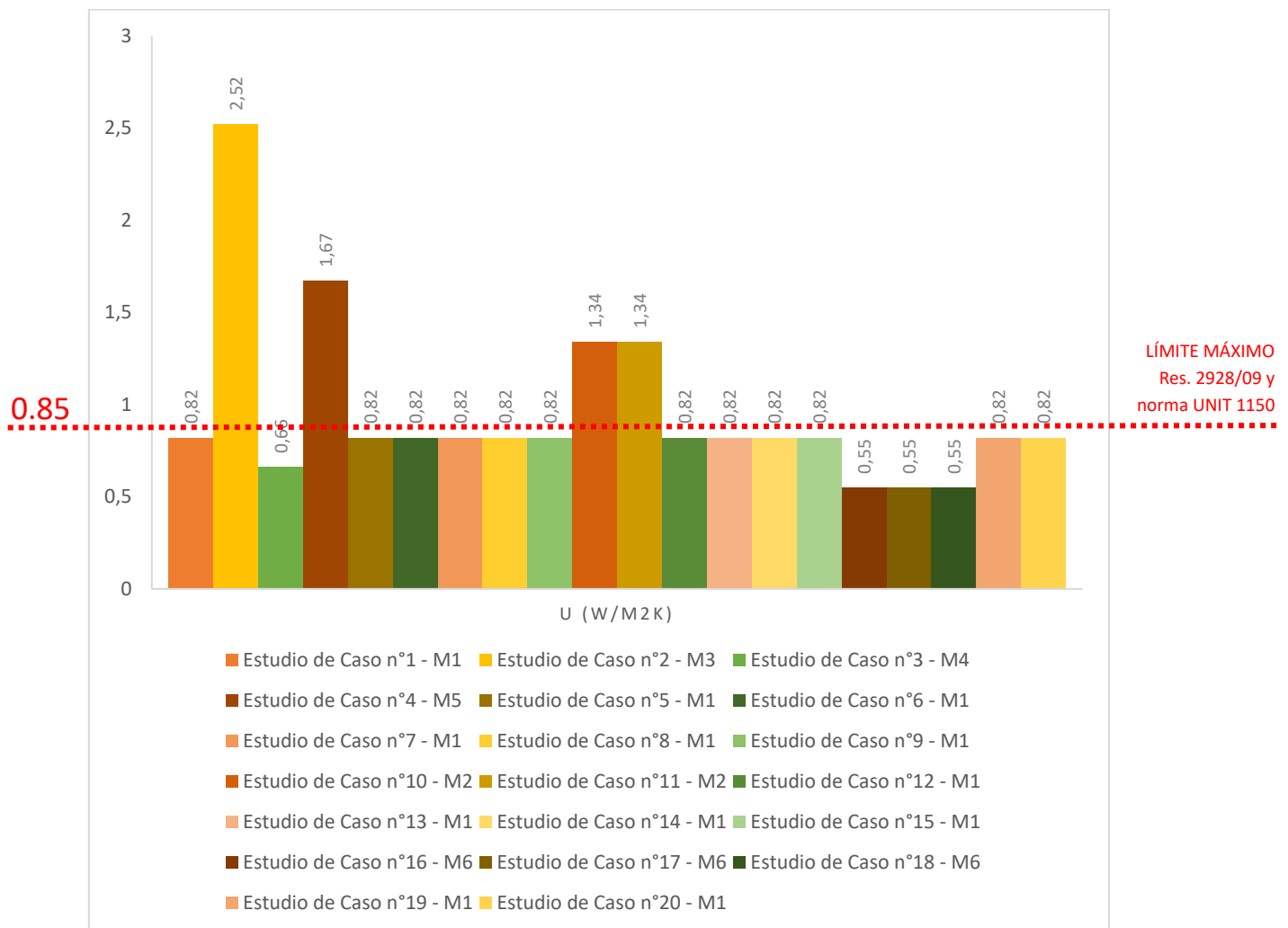


Gráfico 25: Indicadores de aspectos constructivos: transmitancia térmica de muros.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

INDICADORES DE ASPECTOS CONSTRUCTIVOS – TRANSMITANCIA TÉRMICA DE TECHOS DE LOS CASOS ANALIZADOS (W/m2K)

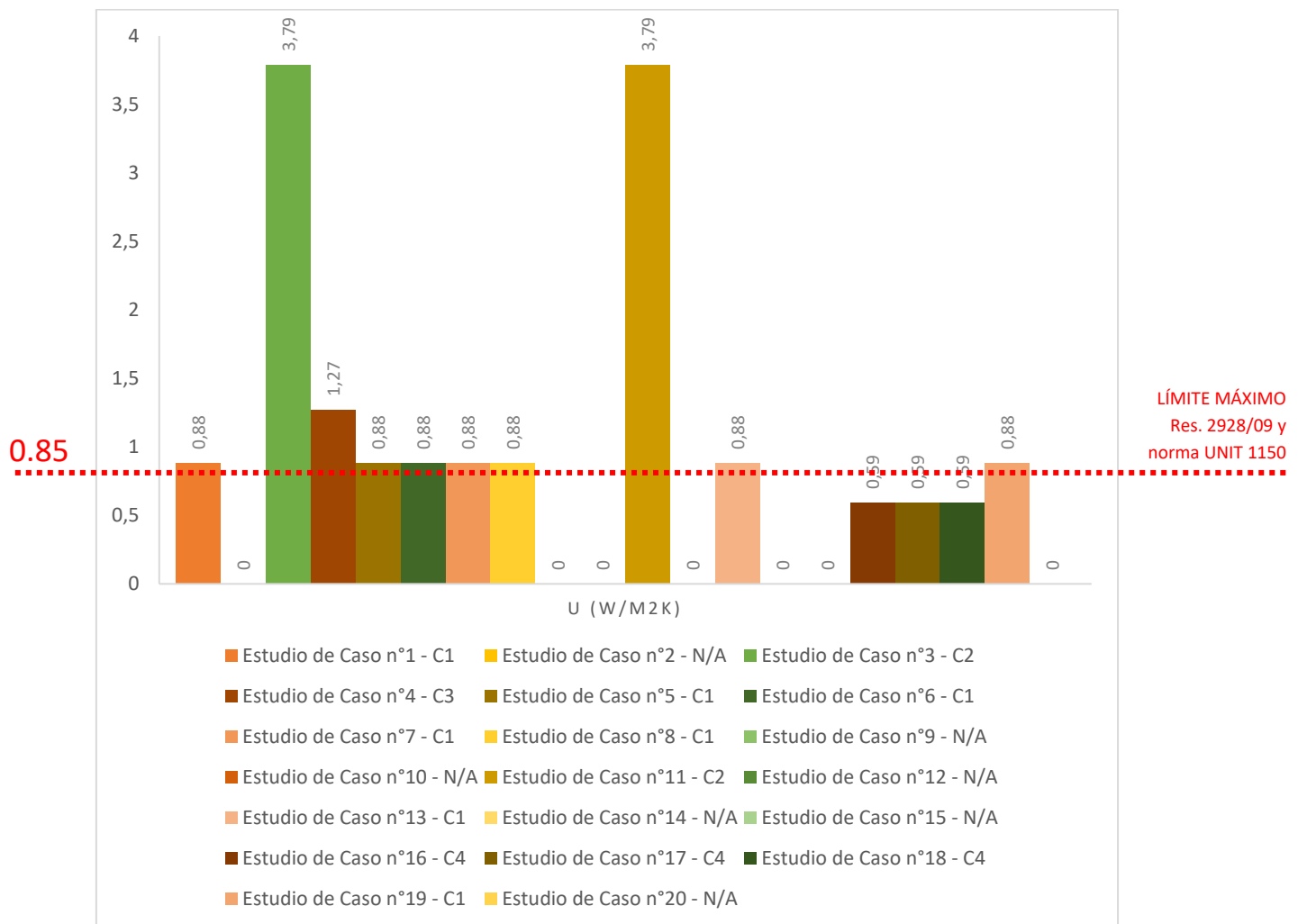


Gráfico 26: Indicadores de aspectos constructivos: transmitancia térmica de techos.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

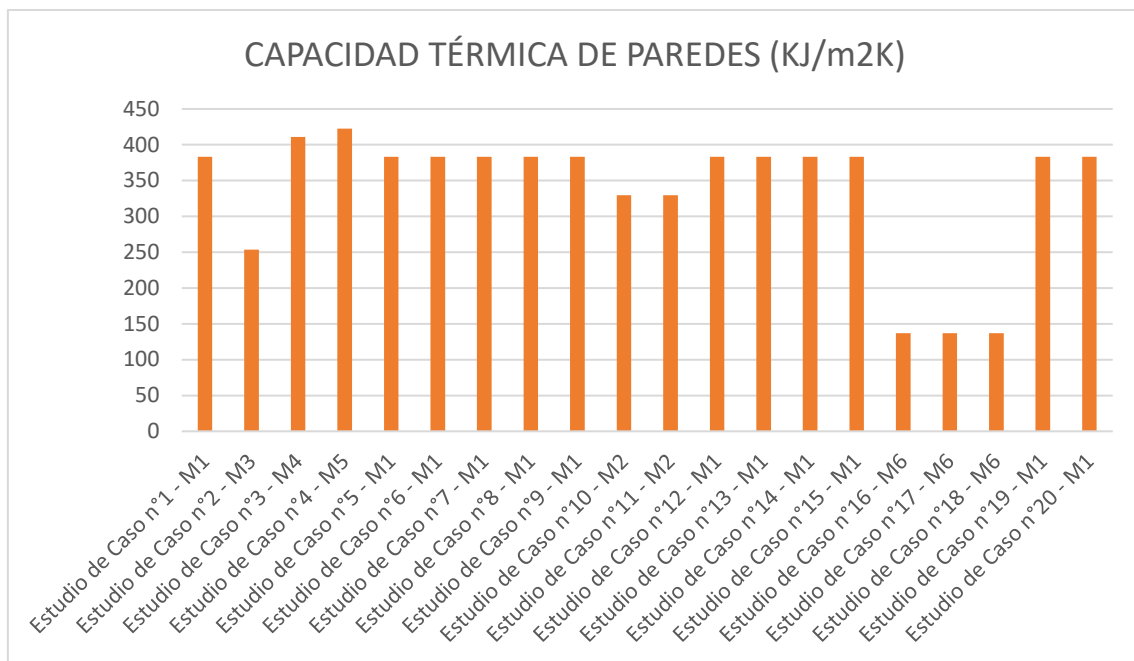


Gráfico 27: Indicadores de aspectos constructivos: capacidad térmica de muros.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

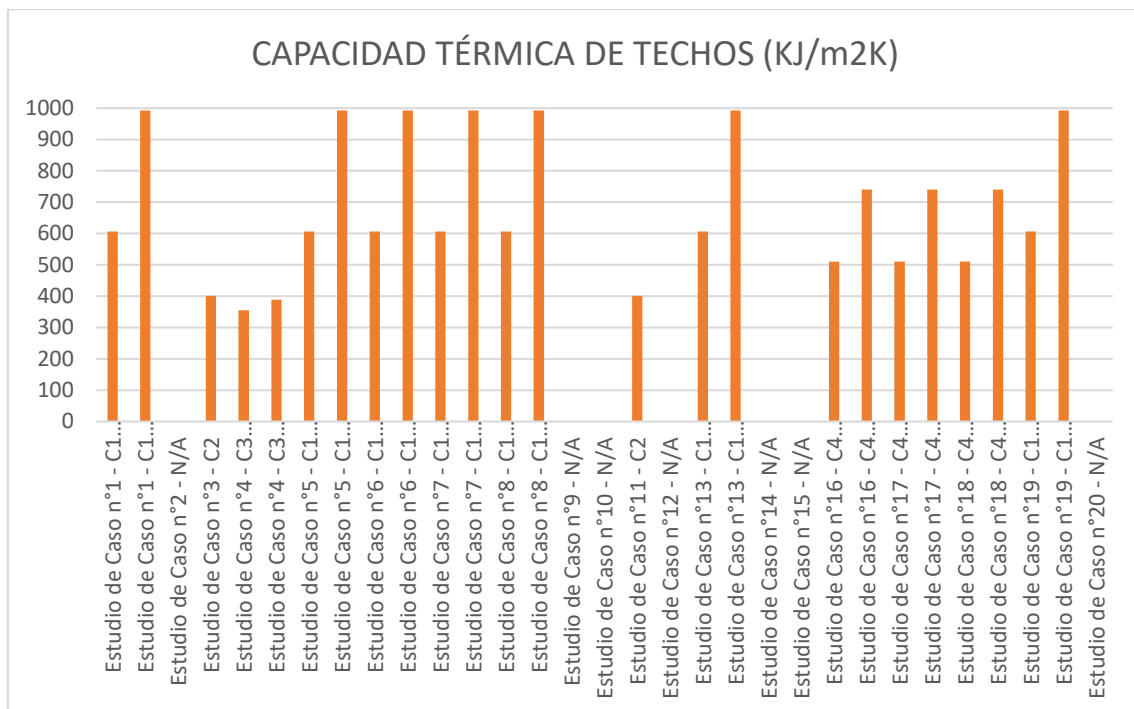


Gráfico 28: Indicadores de aspectos constructivos: capacidad térmica de techos.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

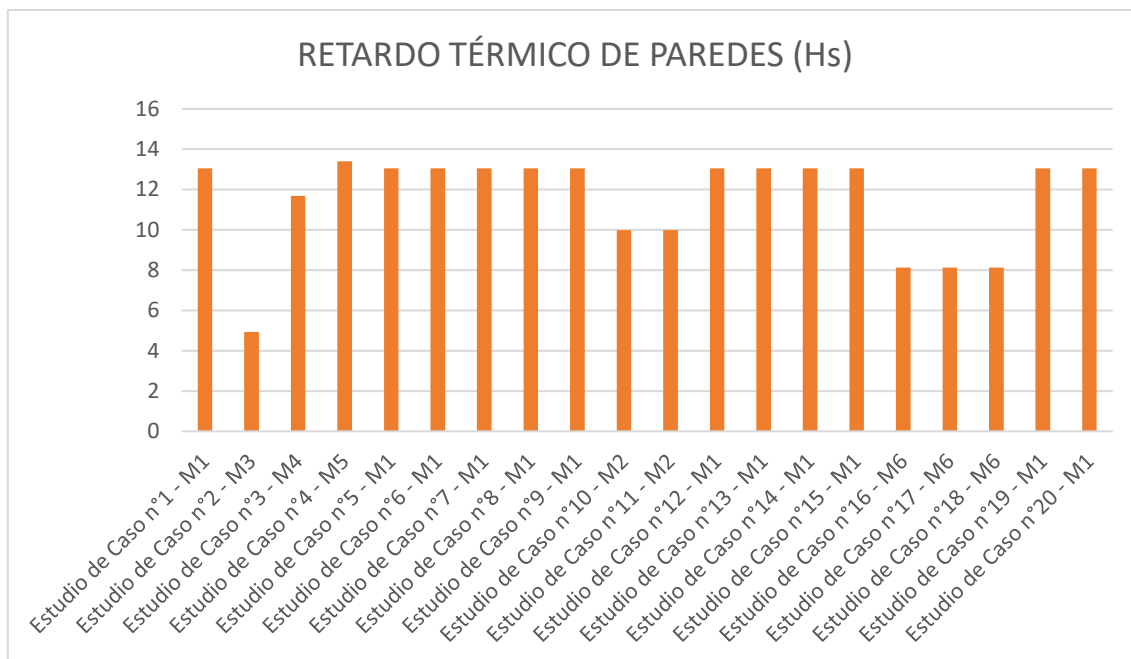


Gráfico 29: Indicadores de aspectos constructivos: retardo térmico de muros.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

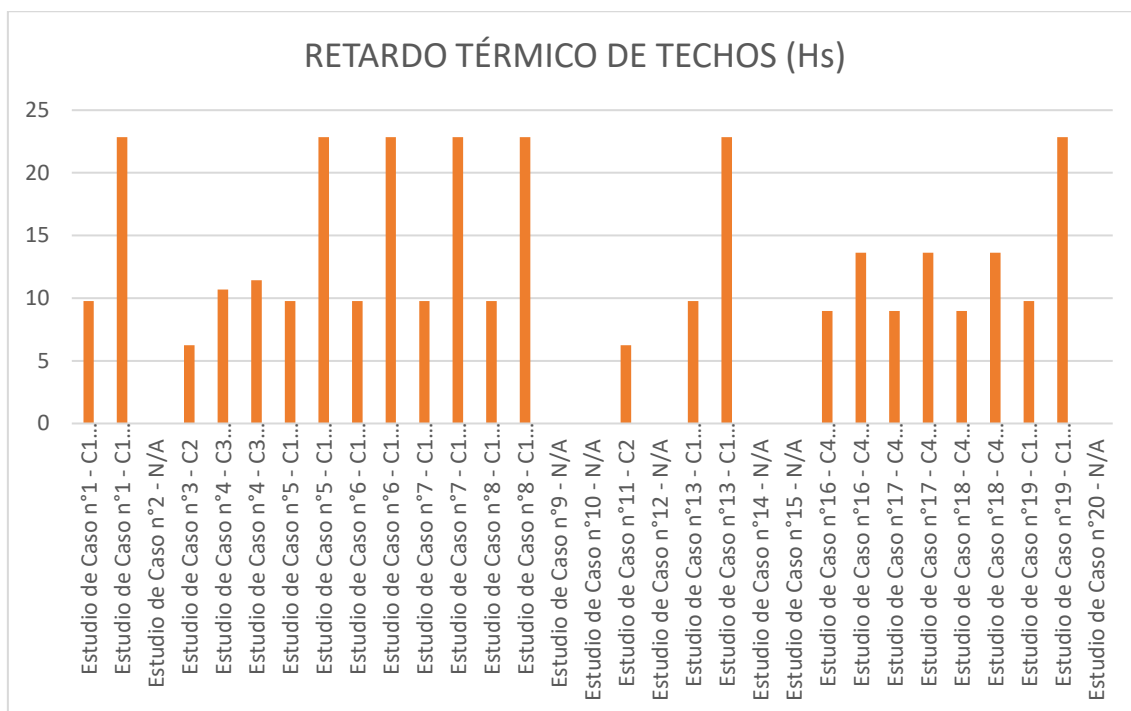


Gráfico 30: Indicadores de aspectos constructivos: retardo térmico de techos.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

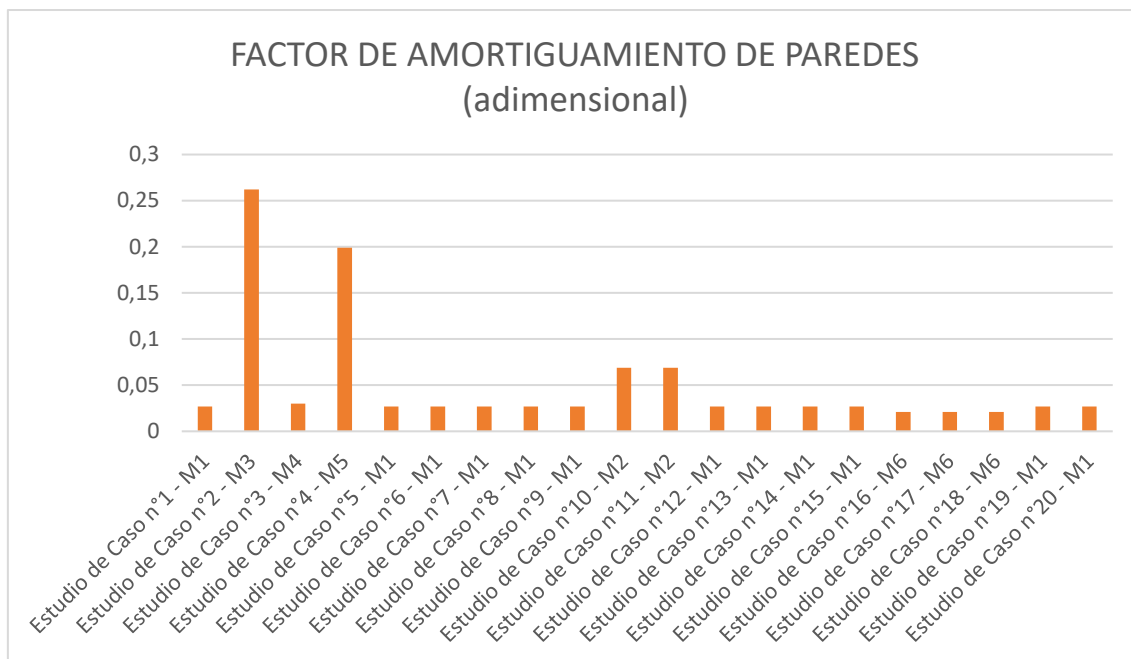


Gráfico 31: Indicadores de aspectos constructivos: factor de amortiguamiento de muros.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

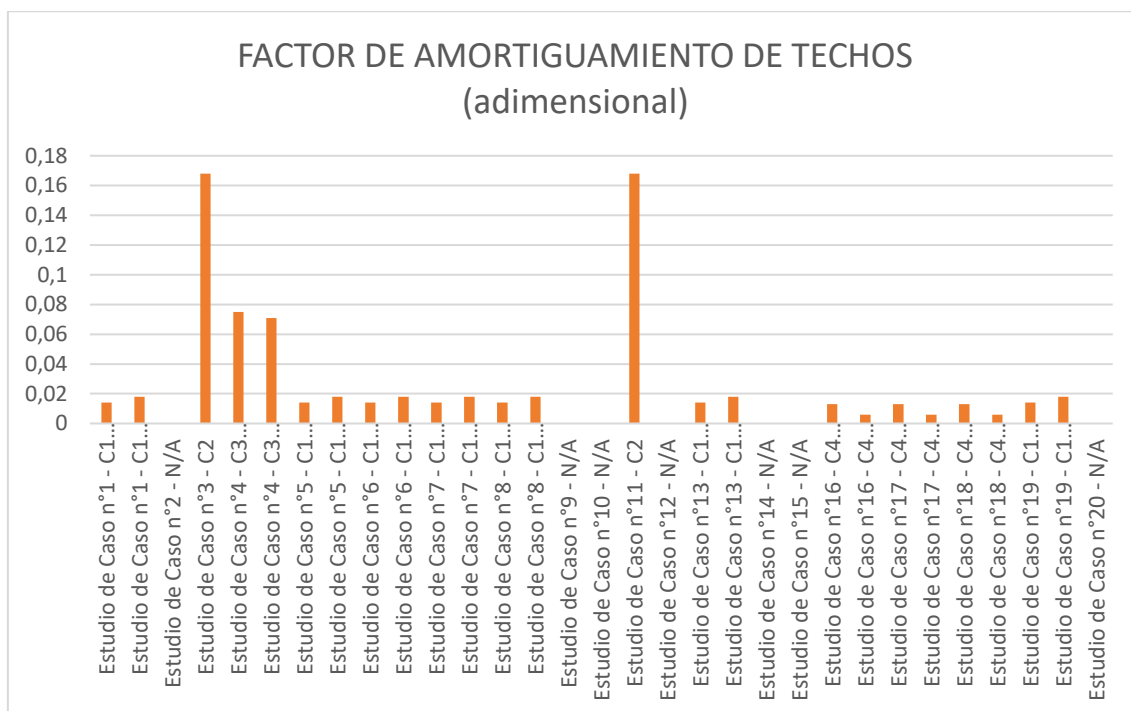


Gráfico 32: Indicadores de aspectos constructivos: factor de amortiguamiento de techos.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

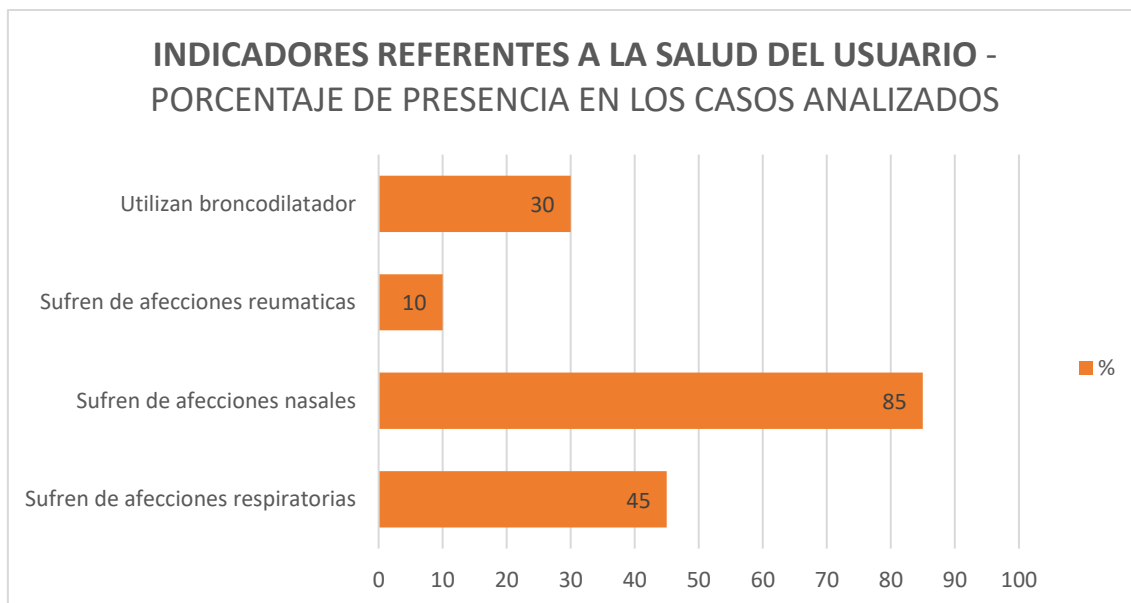


Gráfico 33: Indicadores referentes a la salud del usuario.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

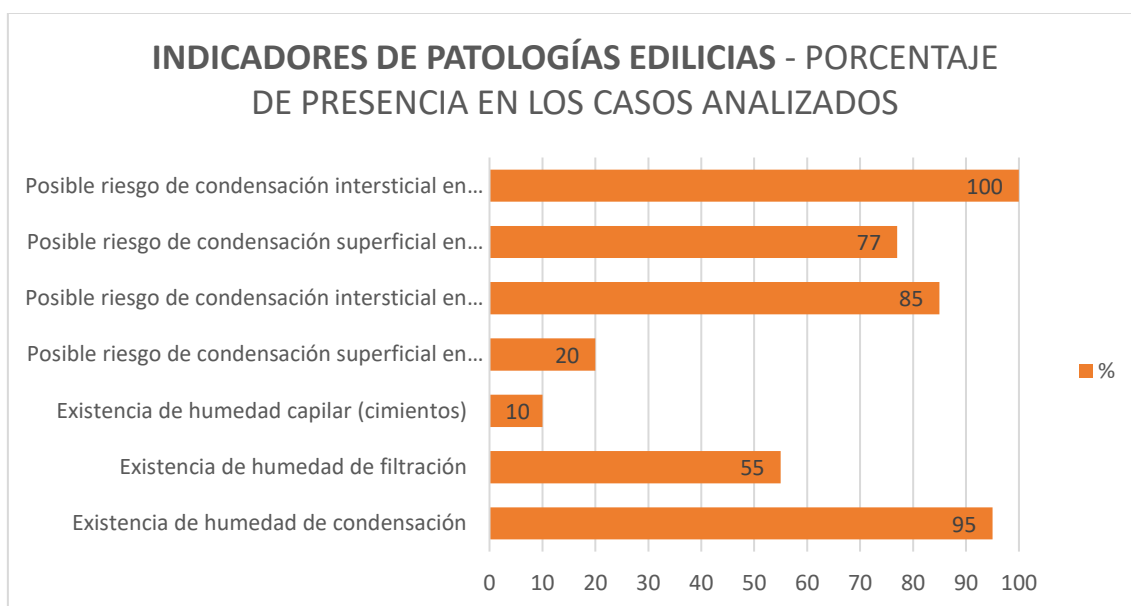


Gráfico 34: Indicadores de patologías edilicias.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

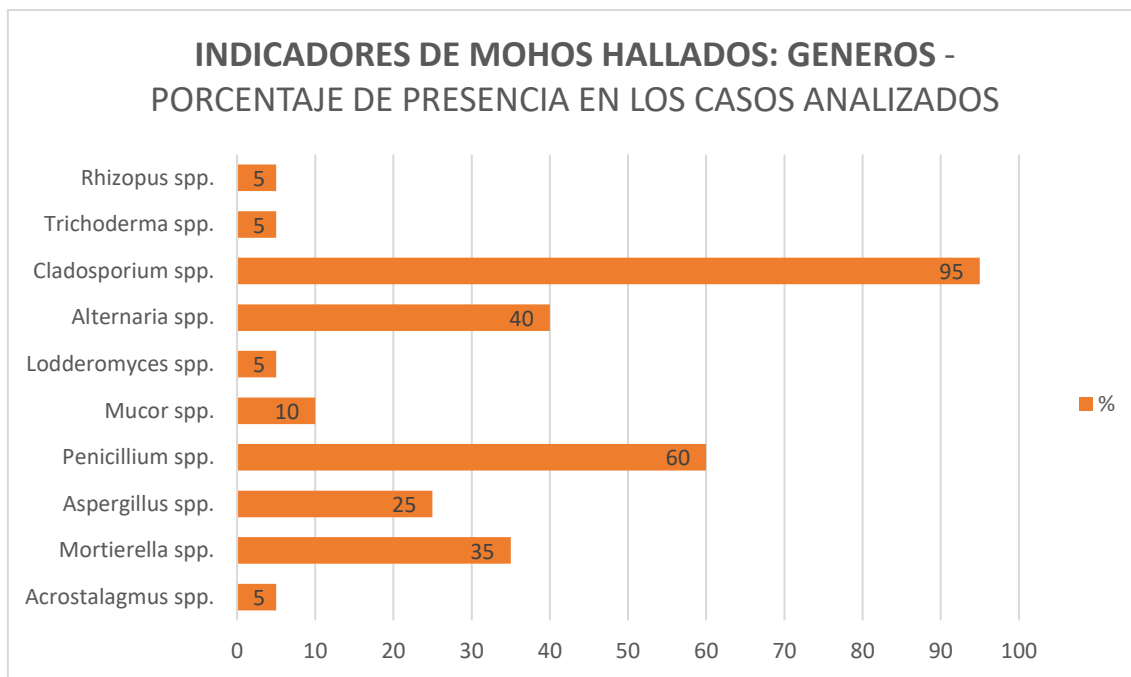


Gráfico 35: Indicadores de mohos hallados: géneros.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

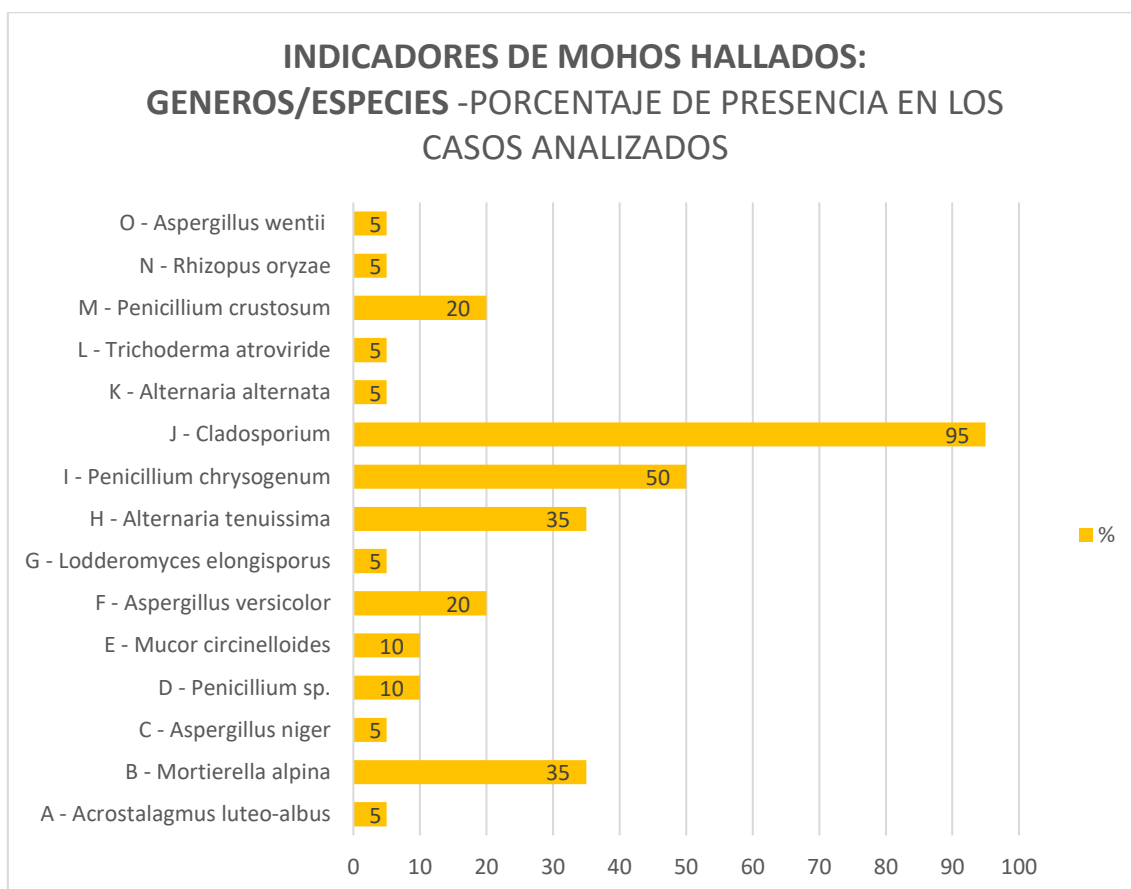


Gráfico 36: Indicadores de mohos hallados: géneros y especies.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

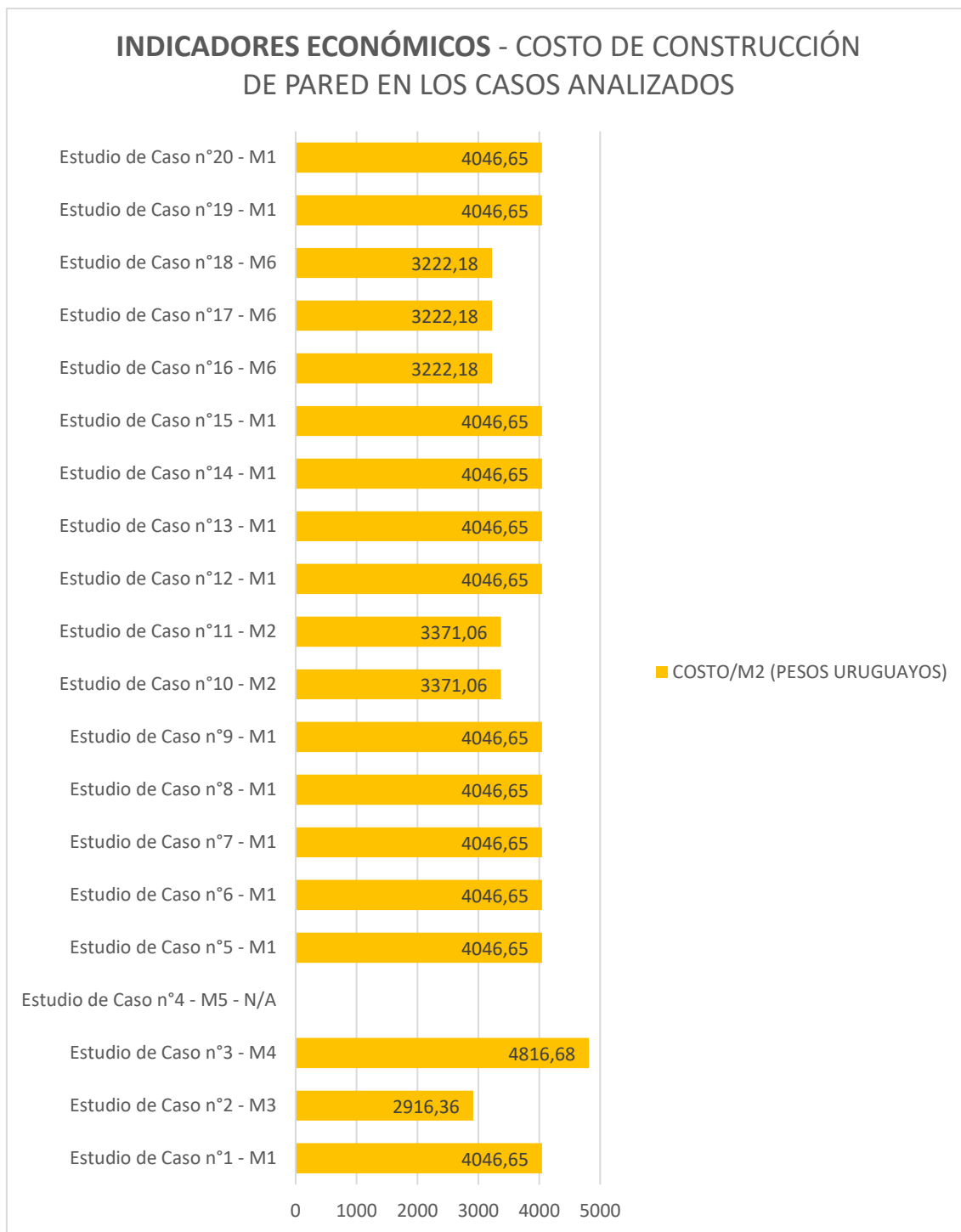


Gráfico 37: Indicadores económicos: costo de construcción/m2 de pared.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.



Gráfico 38: Indicadores económicos: costo de construcción/m2 de techo.

Fuente: Elaboración propia de la autora del presente trabajo.

Del análisis de las matrices resumen de resultados y sus gráficas correspondientes, se desprende que:

En referencia a los valores de transmitancia térmica y su cumplimiento con la Resolución Municipal 2928/09, se observa que del total de las soluciones de pared, solo tres de ellas la cumplen (M1, M4 y M6). No obstante a ello, solo una de ellas no contempla posibilidad de riesgo de condensación ni superficial ni intersticial (M6). De igual forma, de las cuatro soluciones de cubiertas evaluadas en los Estudios de Caso, solo la C4 cumple con la Resolución Municipal de transmitancia térmica. Cabe aclarar que en los casos en los que la solución de techo es heterogénea, se utilizó el valor de la

transmitancia térmica media ponderada a efectos de la comparación. En relación a la posibilidad de riesgo de condensación en cubiertas, todos los ejemplos analizados contemplan riesgo tanto intersticial como superficial.

Una incidencia sustancial tienen los anclajes mecánicos metálicos (“bigotes”) en lo que a la transmitancia térmica refiere a nivel de paño central en paredes: se puede decir que tienen un alto impacto dado que les aumenta dicho valor en el orden de un 20%. Por tanto, es importante tener en cuenta estos puentes térmicos y en definitiva, la transmitancia térmica corregida, ya que podrían hacer que el cerramiento no cumpla con la Resolución Municipal o lo que es peor aún, tener incidencia negativa en la performance térmica del mismo, con las consecuencias en el confort y en la aparición de patologías que ello acarrea. Lo mismo ocurre cuando se trata de un cerramiento heterogéneo o en el cual sus caras no son plano-paralelas: es importante considerar este aspecto en su evaluación y calcular la transmitancia térmica media ponderada al momento de seleccionar materiales, espesores y localización de los mismos, con el foco en una buena performance higrotérmica (por temas del confort del usuario, y evitar la tendencia a la generación de patologías que comprometan a la buena calidad del aire interior)

El ejemplo de pared que no cumple la Resolución Municipal y que se excede en mayor medida respecto del máximo admisible establecido, es el M3, siendo casi un 300% menos aislante de lo que exige la Normativa Departamental como mínimo. Por otro lado, el ejemplo con menor valor de transmitancia térmica –M6- es un 35% más aislante que el mínimo establecido por dicha Resolución. Con la misma línea de razonamiento, el ejemplo de cubierta que tampoco cumple con la Resolución y excede notoriamente el valor máximo admisible es el ejemplo C2, que resulta ser casi un 450% mayor que lo admisible; mientras que el valor menor de transmitancia térmica de cubierta lo contempla el caso C4, con una transmitancia térmica menor que la máxima admisible en un 31%.

La existencia de aislamiento térmico en los cerramientos quedó demostrada a través de los termogramas que, por un lado, manifiestan que la diferencia entre la temperatura superficial del paramento interior con respecto a la temperatura del ambiente interior es menor a 4°C (de modo que no se da el “efecto de pared fría”), y por otro lado, la colorimetría en las imágenes se muestra bastante homogénea, diferenciándose solo en los puntos singulares (puentes térmicos), donde la barrera térmica se ve discontinuada, teniendo ese punto además, una diferencia de temperatura con respecto a los paños centrales de los cerramientos, en muchos casos, de más de 4°C. No obstante, en los Estudios de Caso n° 1, 3, 5 a 9, 12 a 15, 19 y 20, a pesar de contar con barrera térmica incluida en las capas de los cerramientos verticales, queda demostrado que el espesor utilizado de EPS no es suficiente para elevar la temperatura superficial del paramento interior de las paredes, lo que, junto con hábitos no adecuados desde el punto de vista de la renovación del aire, promueven la aparición de condensaciones superficiales visibles. El mismo hecho ocurre con los techos de los Estudios de Caso, 1, 5 a 8, 13 y 19. En sentido opuesto, un buen ejemplo de un espesor adecuado de aislante térmico lo manifiestan los Estudios de Caso 16 a 18 que, aprovechan el efecto combinado del aislamiento térmico en conjunto con la inercia térmica, logrando que a pesar de los malos hábitos de eliminación de vapores interiores de los usuarios, no se generen condensaciones superficiales a nivel de paños centrales en paredes (salvo en el caso

n°17, en el que se manifiesta humedad de condensación a nivel de diedro inferior en el encuentro de dos paredes).

Estos mismos Estudios de Caso que contemplan un adecuado espesor y localización de la barrera térmica y de la barrera de vapor en paredes, no lo son en cuanto a los mismos aspectos a nivel de cerramientos horizontales: el primer inconveniente es que la barrera térmica se encuentra colocada muy próxima al interior del edificio, con la consecuencia que acarrea desde el punto de vista de la difusión de los vapores por no tener una barrera de vapor que la esté protegiendo. El segundo problema y el de mayor incidencia negativa es la no existencia de barrera de vapor en ninguna parte del cerramiento. Ambos factores están posibilitando la aparición de condensaciones intersticiales que provocan el desmedro de los materiales constitutivos, en especial, de la placa de poliestireno expandido y por tanto, que con el transcurso del tiempo pierda sus propiedades como tal.

Así, el 80% de los Estudios de Caso presentan aislamiento térmico en la composición de sus muros (16 de 20 casos), pero solo un 15% (3 casos) cuenta, con barrera de vapor incluida y localizada adecuadamente. Esto explica las manifestaciones de las patologías edilicias visibles macroscópicamente en los casos de no existencia de barrera de vapor. De igual modo ocurre a nivel de cerramientos horizontales: un 85% de los casos cuenta con aislamiento térmico en techos (11 casos de 13), pero ninguno de ellos cuenta con barrera de vapor incluida. Análisis aparte merece si están cuantificados los espesores y localizadas las capas desde el punto de vista higrotérmico a efectos de evitar las patologías, observación realizada en los párrafos anteriores.

Nótese una importante incidencia en la cantidad de cerramientos expuestos que tiene un recinto y sus condiciones ambientales interiores (sobre todo en materia de temperatura del aire y temperaturas superficiales). Cuanta más envolvente expuesta contemple, se dan mayores pérdidas térmicas y consecuentemente, la aparición de patologías asociadas a estos problemas energéticos. En este sentido, es visible la proliferación mucho más invasiva de mohos por condensación en los Estudios de Caso 1, 3 ó 13 (con la mayor parte de las paredes expuestas y la cubierta también); mientras que los Estudios de Caso 9, 14, 15 o 20, ubicados entre medianeras y sin cubierta expuesta, las temperaturas interiores se encuentran mucho más contenidas y la proliferación de mohos de condensación está circunscripta mayormente a los cerramientos expuestos.

En cuanto a las capacidades térmicas de los cerramientos, el mayor valor en muros lo contempla el del Estudio de Caso n° 4 -M5- y el menor valor los Estudios de Caso 16 a 18 (es decir, el M6). Por lo tanto, eso significa que al M6 hay que suministrarle 3,08 veces más energía que al M5 para que aumente en 1°C su temperatura. En esta misma línea pero en cerramientos horizontales, los Estudios de Caso que presentan mayor valor en su cubierta son los n° 1, 5 a 8, 13 y 19 (C1), y los de menor valor es el Estudio de Caso n° 4 (C3). Por ende, al C3 (por relleno) hay que suministrarle 1,70 veces más energía que al C1 (por cámara) para que aumente en 1°C su temperatura.

En referencia a las condiciones de la inercia de los muros (amortiguamiento y retardo térmico), se observan los siguientes aspectos:

- en relación a lo que el factor de amortiguamiento en muros implica, los M3 y M6 son los de mayor y menor valor contemplan respectivamente, siendo el μ menor un 8% del μ mayor. En esta misma línea, el factor de amortiguamiento en techos cuenta con el de mayor valor (C2) y el de menor valor (C4 por cámara), siendo el μ de menor valor casi un 4% del μ de mayor valor. Téngase en cuenta que para Montevideo, el cerramiento de menor valor de amortiguamiento es el que funciona mejor, ya que implica que mayor será la capacidad de amortiguación de éste con respecto a las fluctuaciones climáticas exteriores, de modo que las condiciones climáticas interiores serán más estables.
- En cuanto al retardo térmico -propiedad que para Montevideo es ventajoso que sea mayor para que ello repercuta en desfazar la onda y controlar las temperaturas interiores, logrando así que sean más estables y menos rigurosas- el mayor valor corresponde al M5 y el menor al M3, siendo el menor un 37% del mayor. En referencia a los techos, el de mayor retardo es el C1 (por la pilastra) y el de menor valor el C2, siendo entonces el menor un 27% del mayor valor.

Con respecto al tipo de humedades halladas en los Estudios de Caso, también relacionado con los hábitos de uso de los mismos, existe una clara prevalencia de las humedades de condensación con crecimiento de mohos asociado a ellas, sucediendo en el 95% de los casos analizados (19 de 20 casos). Esto está estrechamente ligado a los hábitos de producción de vapores y renovación de aire, así como a las capas constitutivas de los cerramientos. En estos casos, quedó demostrado a través de la termografía y del higrómetro, que al tratarse de humedad ambiental los valores de humedad presente en los materiales eran del orden del 15-20% (esto se traduce como humedad solo superficial). El segundo caso de importancia en cuanto a presencia de humedades las tienen las producidas por filtraciones (en general dadas por discontinuidad en la capa impermeable de la envolvente), con una presencia en el 55% de los casos (11 de 20 casos). En este sentido, los termogramas indicaban humedad contenida en la masa del cerramiento y el higrómetro marcaba en la mayoría de los casos, porcentajes elevados de entre un 70 a 99% de humedad contenida. Finalmente, solo un 10% de los casos (2 de 20) presentó humedad debida a ascensión capilar a través de las paredes, casos muy puntuales en los que la fuente de agua son las napas subterráneas y dada la capacidad de higroscopía de los materiales tradicionales y su capilaridad, el desmedro de los mismos es importante y la proliferación de mohos invasiva.

En consonancia con la manifestación visible de las humedades de condensación, está el riesgo tanto superficial como intersticial calculado teóricamente en cada caso. La manifestación evidenciada que se corresponde a la evaluación teórica pues, de los 13 Estudios de Caso con cubierta expuesta, 77% de ellos indicaron posibilidad de riesgo de condensación superficial en los mismos (C1, C2, C3), mientras que el 100% de ellos son propensos a condensar intersticialmente. En el caso de las paredes, un 85% indicó riesgo de condensación intersticial (siendo solo M6 el caso que no contempla dicha probabilidad) y un 20% de ellas riesgo de condensación superficial (M2, M3 y M5). Merece un reconocimiento aparte el Estudio de caso n°4 y su solución constructiva de cubierta C3 por el tipo de manifestación poco frecuente que contempla. En la oficina de PA desocupada, manifestó escorrentía superficial visible con una coloración amarillada a nivel de cieloraso solo en ciertos sectores, además de describir un patrón de distancia equitativa entre dichos sectores. Al realizar la evaluación del riesgo de

condensación de dicha cubierta por la zona de la vigueta metálica, dio como resultado la posibilidad de ocurrencia de condensación intersticial. Por lo tanto, al cotejar en base a la termografía que no existe humedad contenida puntualmente en dichas zonas, se asume que la mencionada escorrentía es producto de la condensación en la zona de la vigueta y de la eliminación de la misma como lixiviado (y no de filtraciones a través de la cubierta, que es la primer hipótesis que se podría tener al ver este tipo de manifestación).



Figura 65: Condensaciones superficiales e intersticiales con escorrentía en cielorraso de oficina en desuso – Estudio de Caso n° 4.

Fuente: fotografía tomada por la autora

Condensación intersticial en la zona de la vigueta con el consecuente lixiviado de la misma. Escorrentía superficial con coloración amarronada.

Condensación intersticial en la zona de la cerámica. Escorrentía superficial incolora.

De los géneros de mohos (hongos miceliales o filamentosos) hallados en los 20 casos analizados, el de mayor presencia fue *Cladosporium* spp. (presente en el 95% de los casos -19 casos-), le sigue el género *Penicillium* spp. (con una presencia del 60% -12 casos-), el género *Alternaria* spp. (con un 40% - 8 casos-), el género *Mortierella* spp.

(con una presencia del 35% -7 casos-) y finalmente el género *Aspergillus* spp. (con un porcentaje de 25% -5 casos-). El resto de los géneros tuvieron una participación menor del 10% cada uno. Si se los clasifica en función de las especies, los porcentajes de presencia son los siguientes:

INDICADORES DE MOHOS HALLADOS: GÉNEROS/ESPECIES	PORCENTAJE DE PRESENCIA (%)	CANTIDAD DE CASOS
A - <i>Acrostalagmus luteo-albus</i>	5	1/20
B - <i>Mortierella alpina</i>	35	7/20
C - <i>Aspergillus niger</i>	5	1/20
D - <i>Penicillium</i> sp.	10	2/20
E - <i>Mucor circinelloides</i>	10	2/20
F - <i>Aspergillus versicolor</i>	20	4/20
G - <i>Lodderomyces elongisporus</i>	5	1/20
H - <i>Alternaria tenuissima</i>	35	7/20
I - <i>Penicillium chrysogenum</i>	50	10/20
J – <i>Cladosporium</i> sp.	95	19/20
K - <i>Alternaria alternata</i>	5	1/20
L - <i>Trichoderma atroviride</i>	5	1/20
M - <i>Penicillium crustosum</i>	20	4/20
N - <i>Rhizopus oryzae</i>	5	1/20
O - <i>Aspergillus wentii</i>	5	1/20

Tabla 17: Listado de géneros/especies encontradas en los Estudios de Caso, y su respectivo porcentaje de participación con respecto al total

Fuente: elaboración propia de la autora de la presente investigación

De la observación de su manifestación macroscópica a nivel del material constructivo, se pudo concluir lo siguiente (datos que de hecho concuerdan con la revisión en la literatura especializada en el tema):

- Generalmente, en una misma área, proliferaran varios géneros de mohos, de acuerdo a las esporas presentes en el aire, al tipo de nutriente y a las condiciones ambientales interiores (temperatura y humedad relativa).
- El género *Cladosporium* spp. tiene una coloración amarronada-negra.
- El género *Penicillium* spp. tiene una coloración verde-oliva a grisácea.
- El género *Aspergillus* spp. tiene una coloración tendiente a negra oscura (aunque ello también depende de la especie, pudiendo tener componentes blancos, verdes, azules, ocre).
- Los géneros *Trichoderma* spp., *Mucor* spp. y *Mortierella* spp. tienen una coloración entre amarilla-ocre y coral.
- El género/especie *Acrostalagmus luteo-albus* se manifiesta en una coloración anaranjada-coral.
- En general, las manifestaciones de las colonias proliferadas por humedades de condensación se manifiestan en un patrón más diseminado, abarcando grandes superficies, pero el hongo filamentosos en sí es de cuerpo pequeño, y en una coloración entre los ocre-marrones-verdes. Cuando existe presencia de humedad contenida en porcentajes mucho mayores, las colonias son más puntuales, localizadas donde se concentra la mayor cantidad de agua, el cuerpo de los mohos es mucho mayor, la colorimetría termina siendo más hacia los verdes oscuro-marrón-negro, de texturas más peludas y algodonosas, en general acompañados de manchas concéntricas que demuestran los momentos de mojado y secado de la superficie.
- Los porcentajes de humedad contenida en los sustratos dependiendo del tipo de humedad en general se manifestaron de la siguiente forma: 15% a 20% para humedades de condensación, entre 40% y 70% en filtraciones puntuales (pudiendo tener puntos de hasta 99%, que seguramente coinciden con la zona de ingreso del agua), y valores de entre 70% a 99% para humedades del tipo capilar.

En referencia a los indicadores de la salud de los usuarios, hay una clara prevalencia de las afecciones nasales (con síntomas de alergias, rinitis, congestión nasal y estornudos) en un 85% de los casos evaluados (17 casos de 20). Le siguen en presencia los casos de problemas respiratorios en un 45% (9 casos de 20), y las demás afecciones con una participación de menos del 5% cada una. Otro indicador importante en el tema es el uso de broncodilatadores, estando presente en un 30% de los usuarios encuestados (6 casos)

Otro aspecto que tiene gran incidencia en estas cuestiones de salud y condiciones ambientales de los locales, son los indicadores en relación al tipo de climatización artificial y los hábitos del usuario respecto a las renovaciones de aire y eliminación de vapores interiores. En este sentido, un 70% de los casos analizados (14 de 20), utilizan como fuente de climatización estufas a supergas (porcentaje que coincide con los casos que presentan humedades de condensación más invasiva y con los usuarios que denuncian mayores problemas de alergias nasales y respiratorias). Asimismo, muchos de ellos cuentan con equipos de aire acondicionado, utilizándolo más para refrigeración en verano que para calefacción en invierno (mayormente por motivos económicos, la energía eléctrica en Uruguay tiene un costo más elevado que las garrafas de supergas). En ese caso, los Estudios de Caso que cuentan con equipos de aire acondicionado, ya sea como climatización primaria o como sistema auxiliar, representan un 60% (12 casos) del total analizado.

En este sentido, es notable la participación que tiene el usuario respecto a los factores anteriormente nombrados pues, además de cambiar de hábitos referentes a la producción/eliminación de vapores en el interior, también deberá de transformar sus conductas de limpieza: resulta interesante analizar por ejemplo, el Estudio de Caso n° 15. Al contemplar terminaciones rústicas al interior de los ambientes, la escorrentía superficial de las aberturas producto de las condensaciones que se generan en ellas por tener una menor resistencia térmica que los sectores opacos de la envolvente, queda contenida en el material; no tiene las suficientes condiciones como para que alcance a secarse, generando un microclima óptimo para el crecimiento de mohos puntuales en esa zona.



Figura 66: Condensaciones superficiales en abertura de aluminio con escorrentía en antepecho – Estudio de Caso n° 15

Fuente: fotografía tomada por la autora

En relación a ello, otro tema importante a considerar a la hora del diseño, es la posición de las aberturas con respecto al plomo exterior o interior de la fachada: se puede observar en el Estudio de Caso n°1 (así como en general en todos los correspondientes al mismo edificio), que las aberturas, al estar colocadas a plomo exterior y ser poco estancas al agua de lluvia, permiten el ingreso de la misma a través de la carpintería, quedando depositada en el antepecho debido a no contemplar ni pendiente para el drenaje, ni una terminación lisa que posibilite el escurrimiento y no la absorción. Por tal motivo, es otro ejemplo de la necesidad de un “usuario activo”, que esté secando el agua que penetra a efectos de evitar lo que se puede ver en la imagen a continuación: exceso

de agua que queda contenida en el material y junto con otros factores, posibilitan el crecimiento de los mohos.



Figura 67: Filtración de agua de lluvia a través de abertura, con proliferación en antepecho de terminación texturada – Estudio de Caso n° 1

Fuente: fotografía tomada por la autora

Otro análisis importante en cuanto a diseño/construcción de capas radica por ejemplo, en el Estudio de Caso n° 2, en el hecho de que se pueden suceder eflorescencias a nivel de paramento interior de la envolvente y en paño central, debido a que se produjeron condensaciones intersticiales en el sustrato. El vapor en su difusión encontró el punto de rocío en alguna parte interior, lo que posibilitó la condensación del mismo y por lo tanto, el humedecimiento del material. Cuando éste se encuentra completamente saturado, el agua intentando salir hacia la superficie, se encuentra con una barrera en la cara exterior que le impide su curso: la barrera hidrófuga. Por lo tanto, se pueden apreciar las eflorescencias salinas y manchas de mohos en zonas donde normalmente no debieran de aparecer: alguna parte del paramento interior a nivel de paño central. Asimismo, en el Estudio de Caso de ejemplo, también estaba actuando la humedad por ascensión capilar, de modo que los factores se suman exacerbando la manifestación.



Figura 68: Eflorescencia en paño central de envolvente – Estudio de Caso n° 2

Fuente: fotografía tomada por la autora

Por otro lado, solo 2 casos (Estudios de caso 11 y 18) utilizan deshumidificadores en sus hogares (aunque es evidente que no los utilizan bien, en el momento indicado del día o la cantidad de minutos requeridos como para deshumidificar los ambientes), de

modo que no les están aportando favorablemente a la situación ya que al igual que los demás casos, presentan condensaciones superficiales visibles con proliferación de mohos.

Otra consideración especial la tienen los hábitos de ventilación/renovación natural del aire interior: 70% de los usuarios manifestaron tener buenas conductas en este sentido. No obstante, no se manifiesta en una buena conservación de los cerramientos ni en los datos monitoreados en las auditorías sobre CO₂ interior, humedad relativa y temperatura interior. Por lo tanto, muchos de estos casos que aseguran tener buenas costumbres en este sentido, no lo son realmente. Otro punto importante a tener en cuenta es que, si bien los hábitos pueden no ser del todo óptimos a efectos de deshumidificar el ambiente, otro factor relevante que tiene incidencia en este aspecto es el hecho de que los cerramientos no están diseñados correctamente desde el punto de vista higrotérmico, de modo que esta situación colabora negativamente a los resultados visibles.

En último lugar, en referencia al estudio económico, se puede observar que el de menor costo de realizar (el muro M3, correspondiente al Estudio de Caso n° 2), es un 28% más económico que la opción más onerosa, es decir el M1. No obstante, es uno de los que peor performance higrotérmica contempla, no incluye aislamiento térmico ni barrera de vapor, de modo que al contemplar tan pocos materiales también es lógico que sea el más económico. Entre los muros de mejor performance higrotérmica (el M6 por excelencia y el M1 es el que le sigue), existe una diferencia del 21% y además una mejora sustancial en cuanto a la posibilidad de tendencia a la formación de patologías y a aportar positivamente a las condiciones de confort. Con este mismo razonamiento se pueden analizar los techos: de las dos soluciones constructivas que se pudo evaluar económicamente, la C1 es un 43% más costosa que la C2 de realizar. No obstante, ninguna de ellas presenta una buena performance higrotérmica como para evitar la tendencia a la formación de condensaciones tanto superficial como intersticialmente.

4.3 Matriz de atlas de caracterización de los géneros y especies de los mohos más comunes en edificios de construcción tradicional

REFERENCIA A LAS IMÁGENES DE LA MATRIZ DE ATLAS
A- Imagen de Estudio de caso n° 2 - muestra M5 En esta muestra se hallaron <i>Acrostalagmus luteoalbus</i> y <i>Cladosporium</i> sp.
B- Imagen de Estudio de caso n° 17 - muestra M1 En esta muestra se hallaron <i>Mortierella alpina</i> y <i>Cladosporium</i> sp.
C- Imagen de Estudio de caso n° 2 - muestra M8 En esta muestra se hallaron <i>Aspergillus niger</i> , <i>Mortierella alpina</i> y <i>Penicillium</i> sp.
D- Imagen de Estudio de caso n° 10 - muestra M2 En esta imagen se hallaron <i>Alternaria tenuissima</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i> y <i>Penicillium</i> sp.
E- Imagen de Estudio de caso n° 2 - muestra M1 En esta muestra se hallaron <i>Mucor circinelloides</i> y <i>Penicillium</i> sp.
F- Imagen de Estudio de caso n° 11 - muestra M4 En esta muestra se hallaron <i>Aspergillus versicolor</i> y <i>Cladosporium</i> sp.
G- Imagen de Estudio de caso n° 1 - muestra M6 En esta muestra se hallaron <i>Lodderomyces elongisporus</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i> y <i>Cladosporium</i> sp.
H- Imagen de Estudio de caso n° 18 - muestra M1 En esta muestra solo se halló <i>Alternaria tenuissima</i>
I- Imagen de Estudio de caso n° 7 - muestra M1 En esta muestra se halló solo <i>Penicillium chrysogenum</i>
J- Imagen de Estudio de caso n° 3 - muestra M1 En esta muestra solo se halló <i>Cladosporium</i> sp.
K- Imagen de Estudio de caso n° 5 - muestra M2 En esta muestra se halló solo <i>Alternaria alternata</i>
L- Imagen de Estudio de caso n° 5 - muestra M3 En esta muestra solo se halló <i>Trichoderma atroviride</i>
M- Imagen de Estudio de caso n° 11 - muestra M5 En esta muestra solo se halló solo <i>Penicillium crustosum</i>
N- Imagen de Estudio de caso n° 12 - muestra M1 En esta muestra se hallaron <i>Rhizopus oryzae</i> y <i>Cladosporium</i> sp.
O- Imagen de Estudio de caso n° 20 - muestra M1 En esta muestra se hallaron <i>Aspergillus wentii</i> , <i>Mortierella alpina</i> y <i>Penicillium chrysogenum</i>
Nota: en la mayoría de los casos, en una misma área hay varias especies de mohos, por lo cual para individualizar al referido de la imagen es una tarea de comparación entre varias fotos





Tabla 18: Referencia a las imágenes de la matriz de atlas de mohos encontrados en los Estudios de Caso.

Fuente: elaboración propia de la autora de la presente investigación

	Aspecto macroscópico sobre material constructivo	Aspecto macroscópico en placa de PDA (cultivo aislado)	Observaciones	
A			Género	<i>Asciotabarium</i>
			Especie	<i>luteo-olivaceum</i>
			Características físicas	En medio de PDA, luego de 7 días a 24°C y total oscuridad, las colonias tienen un color anaranjado. En medio de OA, bajo las mismas condiciones, se tornan entre amarillo y anaranjado pálido (EBRAHIMI, L. FOTOUHI-FAR, KH. -B. 2016, [Disponible online] https://www.researchgate.net/publication/324965732_Identification_of_some_fungi_accompanying_the_scab_symptoms_in_iran)
			Micotoxinas	Sin información disponible en literatura especializada
			Agente patógeno	Patógeno de plantas (EBRAHIMI, L. FOTOUHI-FAR, KH. -B. 2016, [Disponible online] https://www.researchgate.net/publication/324965732_Identification_of_some_fungi_accompanying_the_scab_symptoms_in_iran)
			Posibles efectos en la salud	Sin información disponible en literatura especializada
B			Lugares donde crece en el interior de los edificios	Sin información disponible en literatura especializada
			Condiciones para crecer	Sin información disponible en literatura especializada
			Género	<i>Mortierella</i>
			Especie	<i>algaia</i>
			Características físicas	Sin información disponible en literatura especializada
			Micotoxinas	No [WIKIPEDIA, Mortierella. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Mortierella]
C			Agente patógeno	No [WIKIPEDIA, Mortierella. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Mortierella]
			Posibles efectos en la salud	Sin información disponible en literatura especializada
			Lugares donde crece en el interior de los edificios	En la naturaleza, se lo encuentra en materia orgánica en general y en el suelo (WIKIPEDIA, Mortierella. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Mortierella)
			Condiciones para crecer	Sin información disponible en literatura especializada
			Género	<i>Aspergillus</i>
			Especie	<i>niger</i>
			Características físicas	Macroscópicamente, tiene un color negro tendiendo a violeta, o marrón oscuro, o negro pardo. (SAMSON, Robert A.; THIRANE, UH; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRACKEN, Jos. 2010)
			Micotoxinas	Ochratoxina A (INSHT, Databio, <i>Aspergillus</i> spp.), fumonisin B2 y B4 (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017)
			Agente patógeno	Patógeno oportunista (INSHT, Databio, <i>Aspergillus</i> spp.)
			Posibles efectos en la salud	"Infecciones: micosis, aspergilosis pulmonar. Alérgicas: Asma, rinitis y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad. Tóxicas: intoxicaciones por ingestas de alimentos contaminados. Concomitantes: solo por vía digestiva, aún no se han demostrado por vía respiratoria" (INSHT, Databio, <i>Aspergillus</i> spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Ficha%20Aspergillus%20sp.pdf [consulta febrero 2019])

				<p>(cont.) Lugares donde crece en el interior de los edificios</p> <p>Mórteros y revoques, alfombras, textiles, pintura acrílica, espuma de poliuretano, cuero, madera, filtros y ventiladores del sistema de climatización termo-mecánico, suelo y materiales en descomposición (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017)</p> <p>Condiciones para crecer</p> <p>Temperatura óptima de crecimiento: 25°C - 37°C ; pH bajo ; Aw baja (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Brigitte; HOUBRAKEN, Jos, 2010) ; HR = 65% - 98% (HESS-KOSA, Kathleen, 2011)</p> <p>Género Especie</p> <p><i>Penicillium</i> s/identificar</p> <p>Características físicas</p> <p>Hongo filamentosos hialino, saprófito, del grupo Ascomycota. Microscópicamente presenta hifas hialinas septadas. Macroscópicamente las colonias son normalmente de crecimiento rápido; al principio de color blanco y con el tiempo adquieren color azul, azul verdoso, verde, gris olivo o tonos rosados, con reverso amarillito cremoso. La textura puede ser plana, filamentosa, aterciopelada o algodonosa dependiendo de la especie; además puede presentar gotas de exudado" (INSHT, Databio, Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf [consulta febrero 2019])</p> <p>Micotoxinas</p> <p>Depende de la especie</p> <p>Agente patógeno</p> <p>Patógeno oportunista (INSHT, Databio, Penicillium spp.)</p> <p>Posibles efectos en la salud</p> <p>"Infecciones: a infecciones respiratorias e infecciones locales a superficies como: neumonías, queratitis, endoftalmitis, otomycosis, endocarditis, esofagitis e infecciones cutáneas y de heridas quirúrgicas. Alérgicas: irritación de las vías respiratorias, asma, alergias respiratorias, reactividad cutánea y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad. Tóxicos: ingesta a través de alimentos y Síndrome Tóxico por Polvo Orgánico. Consecuencias: generalmente por vía digestiva. No hay suficientes pruebas por vía respiratoria." (INSHT, Databio, Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf [consulta febrero 2019])</p> <p>Lugares donde crece en el interior de los edificios</p> <p>Es muy común en el aire interiores de los edificios, en materiales de construcción con polvo y suciedad, y en materiales de construcción dañados por humedad (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Brigitte; HOUBRAKEN, Jos, 2010)</p> <p>Condiciones para crecer</p> <p>HR = 80% - 90% (HESS-KOSA, Kathleen, 2011)</p> <p>Género Especie</p> <p><i>Mucor</i> <i>circinelloides</i></p> <p>Características físicas</p> <p>Hongo filamentosos de crecimiento rápido. Macroscópicamente es de coloración blanca tendiendo a beige y en algunos casos al gris. (ECURED, Enciclopedia Cubana, Hongo Mucor, Disponible Online)</p> <p>Micotoxinas</p> <p>No (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Brigitte; HOUBRAKEN, Jos, 2010)</p> <p>Agente patógeno</p> <p>Patógeno humano (WIKIPEDIA, Mucor circinelloides, [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Mucor_circinelloides#pathogenicity)</p>
				





		<p>(cont.) Posibles efectos en la salud</p> <p>Ingresar al cuerpo mediante el sistema digestivo o respiratorio. Puede causar reacciones por hipersensibilidad (alergia) o infecciones fúngicas severas (sobre todo en pacientes inmunosuprimidos) (ECLURED, Enciclopedia Cubana, Hongo, Muscor, Disponible Online)</p>	<p>Lugares donde crece en el interior de los edificios</p> <p>Se encuentra en la comida, suelo, materia fecal, y en ambientes interiores (sin especificar sobre cuáles sustratos) (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRACKEN, Jos. 2010)</p> <p>Condiciones para crecer</p> <p>Aw 0.90-0.94 ; Temperatura máxima de crecimiento = 36°C (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRACKEN, Jos. 2010)</p> <p>Género</p> <p>Especie</p> <p><i>Aspergillus verticillatus</i></p> <p>Características físicas</p> <p>Macroscópicamente, tiene una coloración primaria tendiendo a blanco, con el tiempo va cambiando a amarillo, anaranjado y luego hacia amarillo verdoso. Finalmente culmina con un mix de todos los colores nombrados e incluso con una coloración tendiente hacia el rosa (ciclo de 7 días). (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRACKEN, Jos. 2010)</p> <p>Micotoxinas</p> <p>Esterigmatocistina (INSHT, Databio, Aspergillus spp.)</p> <p>Agente patógeno</p> <p>Patógeno oportunista (INSHT, Databio, Aspergillus spp.)</p> <p>Posibles efectos en la salud</p> <p>"Infecciones: micosis, aspergilosis pulmonar. Alérgicas: Asma, rinitis y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad. Tóxicas: intoxicaciones por ingestas de alimentos contaminados. Cancerígenas: solo por vía digestiva, aun no se han demostrado por vía respiratoria" (INSHT, Databio, Aspergillus spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Ficha%20Aspergillus%20spp.pdf [consulta febrero 2019])</p>
		<p>Lugares donde crece en el interior de los edificios</p> <p>Revestimientos de yeso, materiales de construcción en general, alfombras y textiles, equipamiento interior como colchones y tapizados, superficies con polvo en general, pinturas, aislamiento térmico como lana de vidrio, de roca o poliuretano, entre otros. (FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert, 2017)</p> <p>Condiciones para crecer</p> <p>pH bajo ; puede crecer a temperaturas inferiores que otras especies de Aspergillus; Aw 0.75-0.79 (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRACKEN, Jos. 2010)</p> <p>Género</p> <p>Especie</p> <p><i>Lodderomyces elongisporus</i></p> <p>Características físicas</p> <p>Sin información disponible en literatura especializada</p> <p>Micotoxinas</p> <p>Sin información disponible en literatura especializada</p> <p>Agente patógeno</p> <p>Si (AL-OBADI, K., AHMAD, S., JOSEPH, L., & KHAN, Z. 2018. [Disponible online] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6141678/)</p> <p>Posibles efectos en la salud</p> <p>Posible patógeno del torrente sanguíneo: Fungemia (AL-OBADI, K., AHMAD, S., JOSEPH, L., & KHAN, Z. 2018. [Disponible online] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6141678/)</p> <p>Lugares donde crece en el interior de los edificios</p> <p>Sin información disponible en literatura especializada</p>	<p>Condiciones para crecer</p> <p>pH bajo ; puede crecer a temperaturas inferiores que otras especies de Aspergillus; Aw 0.75-0.79 (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRACKEN, Jos. 2010)</p> <p>Género</p> <p>Especie</p> <p><i>Lodderomyces elongisporus</i></p> <p>Características físicas</p> <p>Sin información disponible en literatura especializada</p> <p>Micotoxinas</p> <p>Sin información disponible en literatura especializada</p> <p>Agente patógeno</p> <p>Si (AL-OBADI, K., AHMAD, S., JOSEPH, L., & KHAN, Z. 2018. [Disponible online] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6141678/)</p> <p>Posibles efectos en la salud</p> <p>Posible patógeno del torrente sanguíneo: Fungemia (AL-OBADI, K., AHMAD, S., JOSEPH, L., & KHAN, Z. 2018. [Disponible online] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6141678/)</p> <p>Lugares donde crece en el interior de los edificios</p> <p>Sin información disponible en literatura especializada</p>

			(cont.)	Sin información disponible en literatura especializada
			Condiciones para crecer	
			Género	Alternaria
			Especie	truxisana
			Características físicas	"Hongos filamentosos saprófitos, del grupo Ascomycota, caracterizados por presentar una coloración oscura. Microscópicamente se observan conidióforos simples, tabicados, de forma alargada u ovoides. Macroscópicamente presentan un aspecto veloso, al principio de color gris, después adquieren tonos negros oliváceos en el centro y reverso y con un borde gris blanquecino que rodea la colonia." (INSHT. Databio. Alternaria spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Alter%20truxisana.pdf [consulta febrero 2019])
			Micotoxinas	AOH, AHE, ALT, TeA, ATX-I, Tentoxina (PAVON MORENO, M.A. GONZÁLEZ ALONSO, I. MARTÍN DE SANTOS, R. GARCÍA LACARRA, T. 2012)
			Agente patógeno	Solo de vegetales, no en humanos (INSHT, Databio, Alternaria spp.)
			Posibles efectos en la salud	"Infecciones: Feohifomicosis (especialmente en pacientes inmunosuprimidos). Tóxicos: se vinculan con la ingesta de alimentos contaminados, no con la exposición en ambientes. Consecuencias: desconocidas" (INSHT. Databio. Alternaria spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Alter%20truxisana.pdf [consulta febrero 2019])
			Lugares donde crece en el interior de los edificios	Huérfigón, morteros y revoques, y empapelados en paredes (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRAKEN, Jos. 2010)
			Condiciones para crecer	HR > 25% (proliferación mayor con HR > 90%) ; 2°C < Tint < 33°C ; 2 - pH < 8 (INSHT, Databio, Alternaria spp.)
			Género	Penicillium
			Especie	chrysogenum
			Características físicas	"Hongos filamentosos hialinos, saprófitos, del grupo Ascomycota. Microscópicamente presenta hifas hialinas septadas. Macroscópicamente las colonias son normalmente de crecimiento rápido; al principio de color blanco y con el tiempo adquieren color azul, azul verdoso, verde, gris olivo a tonos rosados, con reverso amarillo cremoso. La textura puede ser plana, filamentosos, aterciopelada o algodonosa dependiendo de la especie; además puede presentar gotas de exudado" (INSHT, Databio. Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20chrysogenum.pdf [consulta febrero 2019])
			Micotoxinas	PR-toxin, secalanic acids D y F (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRAKEN, Jos. 2010) ; penicilina (antibiótico) (MESS-KOSA, Kathleen. 2011)
			Agente patógeno	Patógeno oportunista (INSHT, Databio, Penicillium spp.)
			Posibles efectos en la salud	"Infecciones: a infecciones respiratorias e infecciones locales o superficiales como: neumonías, queratitis, endoftalmítis, otomíctis, endocarditis, esofagitis e infecciones cutáneas y de heridas quirúrgicas. Alérgicas: irritación de las vías respiratorias, asma, alergias respiratorias, reactividad cutánea y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad. Tóxicos: ingesta a través de alimentos y síndrome Tóxico por Polvo Orgánico. Consecuencias: generalmente por vía digestiva. No hay suficientes pruebas por vía respiratoria." (INSHT. Databio. Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20chrysogenum.pdf [consulta febrero 2019])
				

			(cont.) Lugares donde crece en el interior de los edificios	<p>Materiales de construcción con polvo y suciedad, paredes y techos, alfombras y textiles, pintura, espuma de poliuretano, papel, mobiliario con revestimiento poliuretánico, entre otros. (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017) ; en materiales de construcción dañados por humedad (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRACKEN, Jos, 2010)</p>
			Condiciones para crecer	<p>Temperatura óptima = 5°C - 30°C ; Aw 0.75-0.79 (SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRACKEN, Jos, 2010)</p>
			Género	Cladosporium
			Especie	spp.
			Características físicas	<p>"Hongos filamentosos del grupo Ascomycota. Microscópicamente presenta hifas finas, septadas, ramificadas de color hialino a marrón. Macroscópicamente forma colonias aterciopeladas, pulverulentas o vellosas, con pliegues radiales, de color blanco o crema que tienden a oscurecerse en tonos verde oliva y, a veces, gris verdoso a marrones" (INSHT, Databio, Cladosporium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Cladosporium%20spp.pdf [consulta febrero 2019])</p>
			Micotoxinas	Ácido Epilcladosporico (HESS-KOSA, Kathleen, 2011)
			Agente patógeno	Patógeno de plantas (EQUIRED, Enciclopedia Cubana, Cladosporium ; Disponible online)
			Posibles efectos en la salud	<p>"En general alergias respiratorias, rinitis, asma, fiebre del heno, neumonitis por hipersensibilidad, urticaria crónica, eczema atópica. Posible intoxicación por Sindrome Tóxico por Polvo Orgánico y micotoxicosis pulmonar. Efectos cancerígenos desconocidos." (INSHT, Databio, Cladosporium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Cladosporium%20spp.pdf [consulta febrero 2019])</p>
			Lugares donde crece en el interior de los edificios	<p>Crece prácticamente en cualquier elemento (materia orgánica como madera, alimentos, textiles, pinturas, revocos, derivados del petróleo, papel, cuero, etc) (EQUIRED, Enciclopedia Cubana, Cladosporium ; Disponible online)</p>
			Condiciones para crecer	<p>HR > 80% ; 18°C < Tint < 28°C (INSHT, Databio, Cladosporium spp.)</p>
			Género	Alternaria
			Especie	alternata
			Características físicas	<p>"Hongos filamentosos saprofito, del grupo Ascomycota, caracterizados por presentar una coloración oscura. Microscópicamente se observan conidióforos simples, tabicados, de forma alargada u ovoides, macroscópicamente presentan un aspecto veloso, al principio de color gris, después adquieren tonos negros oliváceos en el centro y reverso y con un borde gris blanquecino que rodea la colonia." (INSHT, Databio, Alternaria spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Alter%20spp.pdf [consulta febrero 2019])</p>
			Micotoxinas	Ácido Termitatoico (HESS-KOSA, Kathleen, 2011)

Agente patógeno		Solo de vegetales, no en humanos (INSHT, Databio, Alternaria spp.)
Posibles efectos en la salud		Infecciones: Feohifomicosis (especialmente en pacientes inmunocomprometidos) y queratomycosis. Alergias: rinitis alérgica, alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad y asma. Tóxicos: se vinculan con la ingesta de alimentos contaminados, no con la exposición en ambientes. También al respirarlos. Síndrome Tóxico por Polvo Orgánico, fiebre del grano, micotoxicosis pulmonar" (INSHT, Databio, Alternaria spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contaminados/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Alter%20spp.pdf [consulta febrero 2019])
Lugares donde crece en el interior de los edificios		En ambientes interiores crece en el polvo doméstico y en materiales de construcción en general (ECURED, Enciclopedia Cubana. Alternaria alternata. Disponible online)
Condiciones para crecer		HR > 25% (proliferación mayor con HR > 90%) ; 2°C < Tint < 33°C ; 2 < pH < 8 (INSHT, Databio, Alternaria spp.)
Género		Trichoderma
Especie		atroviride
Características físicas		Es de rápido crecimiento. Se caracteriza por tener una coloración entre amarillo verdoso a marrón - rojiza, aunque muchas veces se presentan incolores. [BLASZCZYK, Lidia. SIWULSKI, Marek. SOBIERALSKI, Krzysztof. LISIECKA, Jolanta. IEDRYCZKA, Małgorzata. 2014. [Disponible online] https://www.researchgate.net/publication/27338662_Trichoderma_spp_-_Application_and_prospects_for_use_in_organic_farming_and_industry]
Micotoxinas		Trichothecenes (toxina T-2) VIEGAS, Carla, PINHEIRO, Ana Catalina, SABINO, Raquel, VIEGAS, Suzana. BRANDAO, Joao. VERISSIMO, Cristina. 2016]
Agente patógeno		Patógeno humano (CHOJAKI, T. LAVARDE, V. LACHAUD, L. RACCURT, C. P. HENNEQUIN, C. 2002. [Disponible online] https://pdfs.semanticscholar.org/7797/b59f42167fb6608ca5f4a3e733ecb6a3438.pdf)
Posibles efectos en la salud		Posibles infecciones invasivas en pacientes inmunosuprimidos (CHOJAKI, T. LAVARDE, V. LACHAUD, L. RACCURT, C. P. HENNEQUIN, C. 2002. [Disponible online] https://pdfs.semanticscholar.org/7797/b59f42167fb6608ca5f4a3e733ecb6a3438.pdf)
Lugares donde crece en el interior de los edificios		En la naturaleza se encuentra en el suelo y materia orgánica en general (WIKIPEDIA, Trichoderma. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Trichoderma). En interiores se ha encontrado en papel, madera, tapicería, comida en descomposición (HESS-KOZA, Kathleen. 2011)
Condiciones para crecer		Sus requerimientos nutricionales son pocos, temperatura de crecimiento óptima 25°C a 30°C. (ARGÜMEDO-DEJURA, Rosalba. ALARCÓN, Alejandro. FERRERA-CERBATO, Rosalí. PEÑJA-CABRIALES, Juan José. 2009 [Disponible online] http://www.scielo.org.mx/pdf/mv/pdf/mv25n4/v25n4a6.pdf)



			<table><tr><td>Género</td><td>Penicillium</td></tr><tr><td>Especie</td><td>crustosum</td></tr><tr><td>Características físicas</td><td>"Hongos filamentosos hialinos, saprófito, del grupo Ascomycota. Microscópicamente presenta hifas hialinas septadas. Macroscópicamente las colonias son normalmente de crecimiento rápido; al principio de color blanco y con el tiempo adquieren color azul, azul verdoso, verde, gris oliva o tonos rosados, con reverso amarillento cremoso. La textura puede ser plana, filamentosa, aterciopelada o algodonosa dependiendo de la especie; además puede presentar gotas de exudado" (INSHT, Databio. Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf [consulta febrero 2019])</td></tr><tr><td>Micotoxinas</td><td>Penitrem A (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017) ; Roquefortine C (HESS-KOSA, Kathleen, 2011)</td></tr><tr><td>Agente patógeno</td><td>Patógeno oportunista (INSHT, Databio. Penicillium spp.)</td></tr><tr><td>Posibles efectos en la salud</td><td>"Infecciones; a infecciones respiratorias e infecciones locales o superficiales como: neumonías, queratitis, endoftalmitis, otomycosis, endocarditis, esofagitis e infecciones cutáneas y de heridas quirúrgicas. Alergias: irritación de las vías respiratorias, asma, alergias respiratorias, reactividad cutánea y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad. Tóxicos: ingesta a través de alimentos y síndrome Tóxico por polvo Orgánico. Consecuencias: generalmente por vía digestiva. No hay suficientes pruebas por vía respiratoria." (INSHT, Databio. Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf [consulta febrero 2019])</td></tr><tr><td>Lugares donde crece en el interior de los edificios</td><td>Materiales de construcción con polvo y suciedad, paredes y empapelados, alfombras y textiles, pintura, espuma de poliuretano, papel, mobiliario con revestimiento poliuretánico, entre otros. (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017) ; en materiales de construcción dañados por humedad (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)</td></tr><tr><td>Condiciones para crecer</td><td>Crece a bajas temperaturas ; pH bajo ; Aw baja (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)</td></tr><tr><td>Género</td><td>Rhizopus</td></tr><tr><td>Especie</td><td>oryzae</td></tr><tr><td>Características físicas</td><td>Macroscópicamente, tiene un color blanquecino que con el transcurso del tiempo se torna marrón parduzca (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)</td></tr><tr><td>Micotoxinas</td><td>No (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)</td></tr><tr><td>Agente patógeno</td><td>Patógeno humano oportunista (WIKIPEDIA. Rhizopus oryzae . [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus_oryzae)</td></tr><tr><td>Posibles efectos en la salud</td><td>Mucormicosis en pacientes inmunosuprimidos (WIKIPEDIA. Rhizopus oryzae . [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus_oryzae)</td></tr></table>	Género	Penicillium	Especie	crustosum	Características físicas	"Hongos filamentosos hialinos, saprófito, del grupo Ascomycota. Microscópicamente presenta hifas hialinas septadas. Macroscópicamente las colonias son normalmente de crecimiento rápido; al principio de color blanco y con el tiempo adquieren color azul, azul verdoso, verde, gris oliva o tonos rosados, con reverso amarillento cremoso. La textura puede ser plana, filamentosa, aterciopelada o algodonosa dependiendo de la especie; además puede presentar gotas de exudado" (INSHT, Databio. Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf [consulta febrero 2019])	Micotoxinas	Penitrem A (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017) ; Roquefortine C (HESS-KOSA, Kathleen, 2011)	Agente patógeno	Patógeno oportunista (INSHT, Databio. Penicillium spp.)	Posibles efectos en la salud	"Infecciones; a infecciones respiratorias e infecciones locales o superficiales como: neumonías, queratitis, endoftalmitis, otomycosis, endocarditis, esofagitis e infecciones cutáneas y de heridas quirúrgicas. Alergias: irritación de las vías respiratorias, asma, alergias respiratorias, reactividad cutánea y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad. Tóxicos: ingesta a través de alimentos y síndrome Tóxico por polvo Orgánico. Consecuencias: generalmente por vía digestiva. No hay suficientes pruebas por vía respiratoria." (INSHT, Databio. Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf [consulta febrero 2019])	Lugares donde crece en el interior de los edificios	Materiales de construcción con polvo y suciedad, paredes y empapelados, alfombras y textiles, pintura, espuma de poliuretano, papel, mobiliario con revestimiento poliuretánico, entre otros. (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017) ; en materiales de construcción dañados por humedad (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)	Condiciones para crecer	Crece a bajas temperaturas ; pH bajo ; Aw baja (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)	Género	Rhizopus	Especie	oryzae	Características físicas	Macroscópicamente, tiene un color blanquecino que con el transcurso del tiempo se torna marrón parduzca (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)	Micotoxinas	No (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)	Agente patógeno	Patógeno humano oportunista (WIKIPEDIA. Rhizopus oryzae . [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus_oryzae)	Posibles efectos en la salud	Mucormicosis en pacientes inmunosuprimidos (WIKIPEDIA. Rhizopus oryzae . [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus_oryzae)
Género	Penicillium																														
Especie	crustosum																														
Características físicas	"Hongos filamentosos hialinos, saprófito, del grupo Ascomycota. Microscópicamente presenta hifas hialinas septadas. Macroscópicamente las colonias son normalmente de crecimiento rápido; al principio de color blanco y con el tiempo adquieren color azul, azul verdoso, verde, gris oliva o tonos rosados, con reverso amarillento cremoso. La textura puede ser plana, filamentosa, aterciopelada o algodonosa dependiendo de la especie; además puede presentar gotas de exudado" (INSHT, Databio. Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf [consulta febrero 2019])																														
Micotoxinas	Penitrem A (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017) ; Roquefortine C (HESS-KOSA, Kathleen, 2011)																														
Agente patógeno	Patógeno oportunista (INSHT, Databio. Penicillium spp.)																														
Posibles efectos en la salud	"Infecciones; a infecciones respiratorias e infecciones locales o superficiales como: neumonías, queratitis, endoftalmitis, otomycosis, endocarditis, esofagitis e infecciones cutáneas y de heridas quirúrgicas. Alergias: irritación de las vías respiratorias, asma, alergias respiratorias, reactividad cutánea y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad. Tóxicos: ingesta a través de alimentos y síndrome Tóxico por polvo Orgánico. Consecuencias: generalmente por vía digestiva. No hay suficientes pruebas por vía respiratoria." (INSHT, Databio. Penicillium spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf [consulta febrero 2019])																														
Lugares donde crece en el interior de los edificios	Materiales de construcción con polvo y suciedad, paredes y empapelados, alfombras y textiles, pintura, espuma de poliuretano, papel, mobiliario con revestimiento poliuretánico, entre otros. (FLANNIGAN, Brian, MILLER, J. David, SAMSON, Robert, 2017) ; en materiales de construcción dañados por humedad (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)																														
Condiciones para crecer	Crece a bajas temperaturas ; pH bajo ; Aw baja (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)																														
Género	Rhizopus																														
Especie	oryzae																														
Características físicas	Macroscópicamente, tiene un color blanquecino que con el transcurso del tiempo se torna marrón parduzca (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)																														
Micotoxinas	No (SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf, FRISVAD, Jens C., ANDERSEN, Birgitte, HOUBRAKEN, Jos, 2010)																														
Agente patógeno	Patógeno humano oportunista (WIKIPEDIA. Rhizopus oryzae . [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus_oryzae)																														
Posibles efectos en la salud	Mucormicosis en pacientes inmunosuprimidos (WIKIPEDIA. Rhizopus oryzae . [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus_oryzae)																														
																															

			<div data-bbox="228 1008 343 1267"> <p>(cont.) Lugares donde crece en el interior de los edificios</p> </div> <div data-bbox="343 1008 391 1267"> <p>Condiciones para crecer</p> </div> <div data-bbox="391 1008 438 1267"> <p>Género</p> </div> <div data-bbox="438 1008 486 1267"> <p>Especie</p> </div> <div data-bbox="486 1008 534 1267"> <p>Características físicas</p> </div> <div data-bbox="534 1008 582 1267"> <p>Micotoxinas</p> </div> <div data-bbox="582 1008 630 1267"> <p>Agente patógeno</p> </div> <div data-bbox="630 1008 758 1267"> <p>Posibles efectos en la salud</p> </div> <div data-bbox="758 1008 869 1267"> <p>Lugares donde crece en el interior de los edificios</p> </div> <div data-bbox="869 1008 909 1267"> <p>Condiciones para crecer</p> </div>	<p>En la naturaleza, se lo encuentra en materia orgánica muerta, en el suelo y en vegetales y frutas. [WIKIPEDIA, <i>Rhizopus oryzae</i>. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus_oryzae] En interiores, se lo ha encontrado en sustratos de materiales varios de construcción [HESS-KOSA, Kathleen. 2011]</p> <p>Temperatura óptima de crecimiento: 30°C - 35°C; mínima = 5°C; máxima = 44°C [SAMSON, Robert A., THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRAKEN, Jos. 2010]</p> <p><i>Aspergillus</i></p> <p><i>wentii</i></p> <p>Macroscópicamente, tiene una coloración que tiende de amarillo a marrón café luego de 7 días. [SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRAKEN, Jos. 2010]</p> <p>Aflatoxina B1, aflatoxina B2, emodin, wenthiacton [WIKIPEDIA, <i>Aspergillus wentii</i>. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Aspergillus_wentii]</p> <p>Patógeno oportunista [INSHT, Darabio, <i>Aspergillus</i> spp.]</p> <p>"Infecciones: micosis, aspergillosis pulmonar. Alérgicas: Asma, rinitis y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad. Tóxicas: intoxicaciones por ingesta de alimentos contaminados. Carcinógenos: solo por vía digestiva, aún no se han demostrado por vía respiratoria" [INSHT, Darabio, <i>Aspergillus</i> spp. [Disponible online] http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Ficha%20Aspergillus%20sp.pdf [consulta febrero 2019]]</p> <p>Revestimientos de yeso, materiales de construcción en general, alfombras y textiles, equipamiento interior como colchones y tapizados, superficies con polvo en general, pinturas, aislamiento térmico como lana de vidrio, de roca o poliuretano, entre otros. [FLANNIGAN, Brian; MILLER, J. David; SAMSON, Robert, 2017]</p> <p>pH bajo; Aw 0.70-0.74 [SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRAKEN, Jos. 2010]; HR = 65% - 98% [HESS-KOSA, Kathleen. 2011]</p>
--	---	---	---	---

4.4 Recomendaciones según resultados: Guía de recomendaciones generales para el profesional en arquitectura y para el usuario, a efectos de evitar la tendencia a la formación de humedades y mohos en edificios de Montevideo y de construcción tradicional, durante la etapa de diseño, construcción y uso de los mismos.

Las recomendaciones a continuación son de carácter estándar, aplicables a la generalidad de los casos de obra de tipo tradicional y para Montevideo, pudiéndose adaptar a situaciones particulares, con el debido análisis crítico del técnico.

Recomendaciones para el técnico referentes a una adecuada performance higrotérmica de la envolvente opaca expuesta – diseño y construcción³

A partir del análisis precedente, se pueden destacar una serie de recomendaciones para el técnico a la hora de diseñar los cerramientos opacos para una construcción de obra tradicional en Montevideo, no solo a nivel de capas constitutivas (y por lo tanto de lo que a selección de materiales y sus espesores representa), sino también a nivel de ponderación de orientaciones, terminaciones y “protecciones”, así como a criterios de ventilación y deshumidificación; a efectos de evitar la tendencia a la aparición de humedades y su consecuente proliferación de mohos y por lo tanto, garantizar una buena calidad del aire interior y una buena salud para el usuario.

Recordando que la función principal de un cerramiento opaco como “filtro” o “escudo” protector de las fluctuaciones permanentes del clima exterior, es por un lado en invierno evitar las pérdidas de calor y por otro, en verano, evitar las ganancias; en efecto, el control de estas pérdidas y ganancias (las denominadas cargas térmicas), se realiza mediante:

- I) Cerramientos de baja transmitancia térmica: con esto habrá que estudiar las conductividades de los materiales, apelando al uso de aislamiento térmico y de la barrera de vapor. Con esta acción no solamente se estará trabajando en evitar las pérdidas, sino también en evitar la generación de patologías edilicias -con importantes connotaciones en lo relativo a la salud del ocupante-, asociadas a este problema y al elevado contenido de vapor de los ambientes interiores.
- II) La barrera térmica deberá de ser diseñada de manera continua y sin interrupciones, de forma de evitar, o al menos llevar a su mínimo exponente, a los puentes térmicos, puntos donde disminuye la resistencia térmica y por tanto, serán factibles la generación de patologías edilicias.

³ El ítem de “Recomendaciones para el técnico referentes a una adecuada performance higrotérmica de la envolvente opaca expuesta – diseño y construcción”, perteneciente al Capítulo 4, fue en parte extraído de la Tesis de Especialización de la misma autora de la presente investigación, adaptándolo al nuevo enfoque del problema planteado: SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envolventes opacas edilicias de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018. 237 p. [Disponible online] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

- III) Paralelamente al análisis y selección de los materiales aislante térmicos de acuerdo a su performance higrotérmica, existe otro aspecto que no se desarrolla en la presente investigación (por cuanto no se encuentra relacionado con la temática central que es la proliferación de mohos); pero que no puede soslayarse como un criterio más de selección: esto es, el comportamiento ante el fuego de los mismos, en relación a la emisión de gases tóxicos y propagación de llama. Este punto se menciona ya que, como la tesis hace referencia al impacto en la salud y en el ambiente, se considera que el fuego, al ser un evento (como lo es el agua por ejemplo), debería dar lugar a su consideración.
- IV) Una adecuada orientación: de esta forma se está tomando control de la radiación solar incidente, por ejemplo con dispositivos de sombreamiento como un árbol de hoja caduca o una “segunda” piel semi-permeable que puede ser modificable de acuerdo a la necesidad de sol, dependiendo de la época del año.
- V) La consideración de la selección de la terminación exterior: en lo que a color y textura refiere, hará que cambie el coeficiente de absorción, debiéndose optar por coeficientes bajos (colores claros y pulidos) para verano, mientras que para invierno, se podrá optar en dispositivos especiales de calentamiento pasivo, en ciertas orientaciones más favorables de radiación global, por terminaciones con coeficientes altos –esto es, colores medios y oscuros y texturas más rústicas-. Por lo tanto se puede decir que un mismo cerramiento orientado hacia el este o al oeste tiene un efecto térmico distinto; así como un mismo cerramiento con colores distintos posee un efecto térmico diferente. Estos aspectos incidirán en la temperatura sol-aire de la superficie exterior, la que a su vez repercute en la temperatura interior del paramento, con su consecuente corolario en lo que a posibilidad de riesgo de condensación superficial acarrea (tema que se desarrollará en el ítem a continuación sobre *“Recomendaciones para el técnico referentes a una adecuada performance hidro repelente de la envolvente opaca expuesta – diseño y construcción”*).
- VI) Respecto a la cuestión de la prevalencia de las orientaciones y en referencia al uso de los colores y terminaciones, es fundamental la prioridad en la protección en primer lugar del plano horizontal. Causa de esto es la elevada incidencia de la radiación solar mayormente en la época estival en dicho plano. En segundo lugar, debe tenerse en cuenta la afectación de la orientación oeste frente a la este, ya que aun siendo planos simétricos, en el análisis de los resultados de la temperatura sol-aire se verifica en la primera la influencia de la temperatura del aire ambiente en la tarde aumentando el valor de la temperatura equivalente sobre las superficies exteriores orientadas hacia ella. En referencia a lo expuesto es fundamental en este caso la inclusión de la barrera térmica en el cerramiento a efectos de evitar los movimientos térmicos de dilatación y contracción a causa del efecto de la radiación solar sobre los distintos materiales de la fachada, que en definitiva repercutirán en la formación de fisuras en este sentido, que comprometen la estanqueidad de la misma por fallar la capa hidro repelente (microfisuras en morteros y piezas cerámicas vistas, en membrana o protección húmeda, etc). Este tema también se desarrollará a continuación en

“Recomendaciones para el técnico referentes a una adecuada performance hidro repelente de la envolvente opaca expuesta – diseño y construcción”

VII) Con esta preocupación de controlar las condiciones ambientales interiores de los locales, el principal objetivo deberá ser el de buscar que las condiciones de temperatura y humedad interior sean lo más estables posibles, evitando “que copien” las oscilaciones del clima exterior. Por lo tanto, en un clima como el de Montevideo, otra recomendación para el programa vivienda puede ser la de aprovechar el efecto conjunto de la inercia de los cerramientos mäsicos (al interior del local, en la “cara caliente” del cerramiento) con el efecto del aislamiento térmico (en la “cara fría” del cerramiento). Se obtiene así un mayor desfase de la sinusoide y un menor amortiguamiento, con lo que las condiciones interiores se verán afectadas siendo más estables y menos rigurosas. Además, el uso de la barrera aislante térmica hará que las temperaturas de las capas aumente (más a favor si son menores que la temperatura exterior), de modo que al “subirlas” se está actuando en evitar la tendencia a ser menores que el punto de rocío y por tanto evitando la tendencia al riesgo de condensación; así como también evitando el indeseado “efecto de la pared fría” que provoca disconfort en el usuario. Para otros programas arquitectónicos, como oficinas, aulas, o cualquier destino de ocupación en un lapso breve de tiempo en el día, lo mejor será colocar la barrera térmica en el paramento interior de los cerramientos (poniendo especial atención en este caso en el uso ineludible de una barrera de vapor), a efectos de “quitarle” la inercia a los muros y de esta forma, los locales entrarán en régimen más rápidamente. La consecuencia de ello es lograr la temperatura de confort más rápidamente y con menor exigencia de los equipos de climatización, además de permitir una breve pero eficaz ventilación natural sin perder la climatización lograda.

VIII) Otro tema a resolver en los edificios de Montevideo en general, por el alto contenido de HR en el aire la mayor parte del año, es el problema de las condensaciones y su posterior manifestación en colonias de mohos. La solución a estos problemas de condensación está en controlar la elevada HR interior de los locales, mediante ventilación natural o medios; y a su vez, dotarle al cerramiento de una capa que impida la libre difusión del vapor a través de él: la barrera de vapor. En este caso es fundamental estudiar cuidadosamente dónde y cómo se va a colocar la misma, en atención a las presiones parciales dentro de cada capa, y siempre del lado “caliente”, ya que se puede lograr el efecto contrario al deseado. Para el caso del clima de Montevideo, deberá colocarse junto con la barrera de vapor, otro material que haga que las temperaturas de cada una de las capas no decaigan abruptamente ni sean menores en algún punto que la temperatura de rocío. En este caso se hace referencia a la barrera térmica, debiéndose prestar especial atención en su espesor y localización adecuada dentro del cerramiento. La razón de esto es para que cumpla un buen desempeño higrotérmico y para preservar su integridad física. En este sentido y como regla general, se colocará la barrera térmica siempre del “lado frío” –lo más exteriormente posible- y la barrera de vapor del “lado caliente”, procurando que en esta última se eviten interrupciones por presencia de elementos de fijación de capas de terminación (caso revestimiento de yeso con perfiles metálicos).

Además deberán contemplarse todos los requerimientos en la colocación de los componentes de la barrera que impliquen una continuidad absoluta de la misma (solapando la misma adecuadamente con un criterio similar al del solape de una membrana asfáltica por temas de estanqueidad al agua de lluvia). En definitiva, la barrera térmica actuará aumentando la temperatura de superficie de capa (evitando condensaciones superficiales), y la barrera de vapor actuará sobre las presiones parciales en el proceso de difusión, evitando que sean inferiores al punto de rocío (evitando condensaciones intersticiales)

- IX) En esta misma línea, dado que la vivienda se caracteriza por ser utilizada por tiempo prolongado y continuado, la situación ideal de la barrera térmica es la de colocarlo en la cara exterior, del “lado frío” del cerramiento. De esta forma además de preservar al aislante se va a estar contribuyendo con la inercia térmica del muro interior, que permitirá “almacenar” el calor producido por la calefacción y lo “liberará” progresivamente conforme al retraso del mismo. Además, con respecto a los puentes térmicos, al colocar el aislamiento térmico al exterior se está generando una envolvente sin interrupciones en puntos singulares. Estos serían proclives a generar patologías, y por lo tanto, realizando la acción antedicha, se protege también no solo de la tendencia a generar condensaciones y mohos, sino también a proteger a la estructura de dilataciones y contracciones producto del calentamiento por el aporte solar, sobre todo durante el verano y en los planos horizontal y oeste. Otra ventaja en este caso es el cerramiento opaco puede o no necesitar barrera de vapor, de modo que si el técnico olvida incluirla en la composición del dispositivo, puede que durante el uso del inmueble no se constaten problemas higrométricos.
- X) Si el técnico opta por utilizar como barrera de vapor materiales que no son los usuales (como una pintura por ejemplo), ya que no están caracterizados en la norma correspondiente, es fundamental que tome una postura crítica y analice detalladamente los ensayos correspondientes a la permeancia/permeabilidad al vapor de agua que le proporcionen los proveedores locales. Además, con dichos datos, deberá realizar la verificación higrotérmica correspondiente, a efectos de confirmar que efectivamente servirá como barrera en este sentido.
- XI) Finalmente, mención especial merecen algunas soluciones particulares evaluadas en el presente trabajo, como son el caso de las cubiertas del tipo C1, las que contemplan en su conformación una capa de aire no ventilada y de gran espesor. Se entiende importante realizar una referencia específica sobre recomendaciones para ellas por ser las que mayor erogación monetaria y peor comportamiento higrométrico poseen de los cuatro casos estudiados. En ciertas circunstancias en que este tipo de cubiertas que promueven la colocación algunos tipos de láminas metálicas (caso chapas galvanizadas como sobre techo), puede ocurrir que durante la vida útil del inmueble la zona de la cámara se ve afectada por condensaciones que quedan contenidas en su interior, sin poder ser encauzadas hacia el exterior, generando el menoscabo de los materiales. Dichas terminaciones evitan que la cámara “respire”, impidiendo la eliminación al exterior de la humedad producida durante la época invernal. En cubiertas existentes esto representa una difícil solución: no puede buscarse la

solución en una ventilación forzada de la cámara de aire realizando dos aperturas, dado que se generarían corrientes convectivas que le harían perder la capacidad de aislar térmicamente. La solución está en colocar emulsiones o materiales tipo polietilenos que sirvan de barrera de vapor siendo esto solo posible en general, en obra nueva (CZAJKOWSKI. GÓMEZ. 1993). Una mejor solución para el programa vivienda usada, es la de rellenar la cámara con un aislante térmico específico (con barrera de vapor incorporada), como podría ser un manto de lana de vidrio con foil de aluminio, en la medida en que la cubierta permita su desmontaje. Es de destacar que para obra nueva el caso es más sencillo pues, al no estar construida, basta con la realización del cálculo de las posibilidades de riesgo de condensación y por tanto, la evaluación y ponderación de distintos materiales (en sus espesores y disposición correcta dentro del cerramiento) que anulen este efecto en la difusión normal del vapor y por tanto se evite la tendencia a generar patologías asociadas a este problema, con el consecuente desmedro del material y afectación en la salud del usuario.

Recomendaciones para el técnico referentes a una adecuada performance hidro repelente de la envolvente opaca y transparente expuesta – diseño y construcción

En este tema, los factores fundamentales a controlar son la lluvia y el viento, dado que su acción compromete la estanqueidad de la envolvente edilicia, generándole desmedros a largo plazo. Por tal motivo, es fundamental un correcto diseño de la barrera hidro repelente de la misma, procurando la mayor hermeticidad posible en este sentido.

En Montevideo particularmente, los registros pluviométricos indican una media de 92mm acumulados mensualmente⁴, así como unos vientos predominantes de ENE con una velocidad media anual de 14.9m/s⁵. Evidentemente, estas condiciones climatológicas tienen un impacto importante en el ingreso de agua sobre todo a través de las aberturas y puntos singulares, si éstos no están debidamente diseñados y acondicionados.

- I) La geometría de las fachadas tienen un alto impacto en referencia a la cantidad de salientes que presente: si es una fachada principalmente plana, el agua de lluvia correrá tangencialmente sin mayores inconvenientes (salvo que exista suciedad, patologías, oquedades, porosidad en los materiales de revestimiento, o cualquier otro elemento que de alguna forma propicie el estancamiento o retardo en la velocidad de escurrimiento de la lluvia). Si contempla elementos salientes, se deberá de prever que éstos tengan pendiente adecuada en su cara superior a efectos de propiciar la circulación del agua y que éste no sea un punto de conflicto por el estancamiento y posterior penetración hacia el sustrato por absorción. Este es el caso de aleros y antepechos, que, muchas veces contemplan revestimientos altamente porosos y sin suficiente pendiente como para el drenaje correcto del agua de lluvia. Este tipo de salientes, deberán de contemplar goterones

⁴ Según estadísticas climatológicas del INUMET para la Estación Meteorológica Carrasco [Disponible online] <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/graficas-estadisticas-pluviometricas> [consulta febrero 2019]

⁵ Según estadísticas climatológicas del INUMET para la Estación Meteorológica Carrasco [Disponible online] <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas> [consulta febrero 2019]

a efectos también de evitar el agua escurriendo sobre la superficie y que ello haga más propenso su ingreso a través de aberturas y otros puntos conflictivos (por ejemplo, siguiendo las indicaciones del Código Técnico de la Edificación de España, en el Documento Básico de Salubridad: HS1 Protección frente a la humedad⁶).

- II) El tipo de material y terminación de la superficie, cuanto más poroso e higroscópico sea, más tenderá a absorber, con el aditamento de la acción que ejerce el viento (de empuje) hacia el interior. Al aspecto de la porosidad y textura superficial, se le adicionan la dureza de la misma así como la inclinación o pendiente que contemplen (por los motivos expuestos en el párrafo anterior). Por ello, en terminaciones vistas (como podría ser de ladrillo macizo), es fundamental prever tanto para el mampuesto como para las juntas, algún tipo de impermeabilizante que obstruya los poros sin afectarle el aspecto físico ni la estética al material. El mercado ofrece para ello, soluciones base silicona vehiculizadas ó bien en agua o bien en solventes; y con períodos cortos para su mantenimiento.
- III) Terminaciones vítreas, lisas o esmaltadas, como piedras pulidas o cerámicas vitrificadas ofrecen mayor resistencia al ingreso del agua por cuanto contemplan menor porosidad; aunque siempre el punto débil serán las juntas, teniendo en tal caso que prever un material de toma previamente dosificado con un hidrófugo inorgánico, que evite la formación de mohos en dicho punto débil.
- IV) Otro aspecto a prever es el evitar fisuraciones que comprometan la impermeabilidad de las fachadas: por un lado, las de tipo estructural, que ocurren por errores de cálculo, fallas mecánicas de los materiales y/o del suelo, quedan fuera del alcance de la presente investigación. Por otro, las de raíz térmica provocadas por dilataciones y contracciones a causa de los diferentes coeficientes de dilatación de los materiales y la incidencia solar, quedan corregidas con un buen diseño de la envolvente térmica (desarrollado en el primer punto del presente capítulo sobre *“Recomendaciones para el técnico referentes a una adecuada performance higratérmica de la envolvente opaca expuesta – diseño y construcción”*). Finalmente, las de retracción de la obra húmeda caso morteros y hormigones, se soluciona con una adecuada dosificación de los mismos, adecuada relación agua/cemento (a efectos de evitar disgregación de los componentes y exudación en demasía), así como en el buen “curado” de los mismos luego de proyectados, mayormente en plano horizontal y fachadas norte y oeste por la elevada irradiación solar, a efectos de ayudar a los procesos de fraguado.
- V) En relación a las aberturas, éstas configuran otro punto conflictivo de la envolvente en cuanto a estanqueidad de la fachada refiere. El diseño de las mismas, deberá de estar en relación a los vientos predominantes locales y a los registros pluviométricos, a efecto de preservar su estanqueidad con el transcurso del tiempo. En este caso, además de la abertura en sí misma (y

⁶ CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. *Documento Básico de Salubridad*. España: 2017. 142p. [Disponible online] <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf> [Consulta: enero 2019]

por tanto del tipo de carpintería que contemple, material constitutivo, tipo de sellamientos, tipo y espesor del vidrio, etc), se debe de prestar especial atención al amure (desde el punto de vista constructivo, con qué material fue amurada, qué sellamientos se utilizaron –por sus componentes a saber si son degradables al poco tiempo–; si éstos son elásticos o no), a la posición en que están colocadas con respecto al plomo interior o exterior del cerramiento, así como en función de esto último, diseñar los antepechos y los goterones. Respecto a las posiciones de la abertura en las mochetas, pueden estar amuradas o bien a plomo exterior, a plomo interior ó en la mitad de la mocheta. Cada una de estas opciones tiene sus pros y contras, que deberán de ser analizadas críticamente por el técnico. Básicamente, son las siguientes: la opción de amure a plomo exterior, implica que la misma queda expuesta totalmente a la acción del viento y la lluvia, de modo que penetrará muy fácilmente a través de ella, quedando luego depositada en el antepecho sin pendiente para drenaje, con la consecuente absorción por parte del sustrato. Si se coloca en el medio de la mocheta, aunque se encuentra más protegida, sigue corriendo el mismo riesgo que en el caso anterior. Finalmente, la opción de colocación a plomo interior es la más segura de las tres frente al ingreso de agua, debiéndose de diseñar correctamente el antepecho con sus correspondientes goterones y la pendiente mínima para asegurar un correcto drenaje.

- VI) Otros puntos conflictivos referentes a la estanqueidad de las fachadas, los proporcionan los dispositivos de anclaje de elementos colgantes, como barandas o rejas de aberturas. Por ejemplo, para el caso de las barandas en pretilos de los balcones, es mejor la opción de un anclaje lateral que superior desde el punto de vista hidro repelente (yendo contra las “modas” actuales de barandas que tienen a un anclaje continuo a nivel de la base, empotrados en los pretilos de hormigón). De este modo, se evitará que el agua que tenderá a escurrir por gravedad penetre a través del amure horizontal, quedándose localizada y contenida en esa zona.
- VII) Todas las juntas de trabajo o de dilatación deberán estar debidamente selladas, con un material lo suficientemente elástico como para absorber los movimientos generados por la estructura.
- VIII) Se deberán diseñar las pendientes de las losas correctamente de modo de que haya un escurrimiento ágil hacia los canales correspondientes de evacuación (gárgolas para derrame libre, canalón de desagüe); procurando diseñar los mismos de acuerdo a los registros pluviométricos actuales, previendo un buen mantenimiento de los mismos para evitar atascamientos (por hojas, tierra o suciedad en general) que comprometan la evacuación correcta del agua. Los puntos singulares en el caso de los canalones, serán los solapes y el encuentro con el caño de bajada de pluviales. Son puntos que tienen que estar bien resuelto el sello hidráulico para no comprometer la integridad de otros materiales. Además, se deben de evitar especialmente las contrapendientes y los trayectos largos, a efectos de evitar que se depositen grandes volúmenes de agua en algunas zonas.
- IX) Para evitar absorción capilar, lo primero será estudiar la composición del suelo donde se va a construir, a efectos de, en primer lugar, determinar el

nivel por donde pasan las corrientes subterráneas y, en segundo, para determinar el tipo de cimentación a implementar, tema íntimamente vinculado al primer concepto. En función de ello, se pensarán en posibles intervenciones como barreras drenantes, pozos absorbentes, o incluso utilizar el recurso antiguo de pisos sobre elevados con cámaras de 1m de altura y rejillas, a efectos de dotar de una ventilación que aporte al problema de la capilaridad. Existen métodos con menor impacto como la “electroósmosis” que, mediante campos eléctricos cambian la polaridad del cerramiento y por lo tanto, encauzan el agua que absorbería el muro hacia otro punto. Este tipo de métodos es relativamente costoso, por lo que intervenciones igualmente efectivas y de menor impacto económico, las tienen las que surgen a raíz del proyecto ejecutivo de la obra: proyectar la utilización de una barrera constructiva-hidráulica tipo film de polietileno a nivel de platea y/o fundaciones; impermeabilizar los cimientos y también las primeras hiladas de los muros con un impermeabilizante hidrófugo del tipo inorgánico, a efectos de que tenga mayor durabilidad en el tiempo. De ser necesario, utilizar los métodos de inyección de siliconas y silicatos para reforzar la acción anterior. En este sentido, los revoques exteriores también estarán aditivados con hidrófugo inorgánico, agregándose al agua de amasado y procurando utilizarlo en el espesor total del revoque grueso (y no solo como se hace usualmente, darlo en una azotada previa al revoque grueso)

- X) Respecto al diseño de las azoteas, es fundamental además de la localización correcta de la barrera hidro repelente, prever correctamente los puntos conflictivos, esto es, garganta, gárgolas, desagües en general, encuentro con chimeneas o ductos; todos éstos debidamente sellados e impermeabilizados, a efectos de evitar filtraciones. Recuérdese que toda zona donde se discontinúe la barrera hidro repelente, es un posible punto de ingreso de agua hacia el interior. Las gargantas, por ejemplo, deberán de contemplar la ascensión de la impermeabilización hacia la aleta del pretil, y luego ser cubiertas con albañilería o algún material que la proteja de la incidencia del sol, animales, suciedad, etc. Más aún si se trata de una impermeabilización que no está diseñada para quedar expuesta. En Uruguay, están disponibles las normas UNIT 1052⁷ y 1058⁸ que representan los documentos oficiales (aunque no de carácter obligatorio) de criterios para elegir y colocar una membrana asfáltica.
- XI) Entre toda la plusvalía de materiales impermeables que existen en el mercado, la opción más recomendada en cuanto a durabilidad y performance hidro repelente continúa siendo la membrana asfáltica con alma de polietileno (e incluso terminación aluminio gofrado), dado que en comparación con las membranas líquidas o pinturas impermeables (que tienen solo unas micras de espesor), ésta provee de “cierto cuerpo”, un

⁷ UNIT 1052:2000. Productos asfálticos para cubiertas. Membranas preelaboradas. Membranas de asfalto oxidado con armadura central de polietileno. Montevideo: UNIT. 2000

⁸ UNIT 1058:2000. Productos asfálticos para cubiertas. Membranas preelaboradas. Membranas de asfalto oxidado con armadura central de polietileno y revestimiento de aluminio. Montevideo: UNIT. 2000

espesor de 4mm, y además conlleva en sí misma la capacidad de barrera hidro repelente y barrera de vapor. Es más durable en el tiempo (con una vida útil de hasta 25 años según algunos proveedores), con lo que lleva menos mantenimiento. El punto débil que contempla la membrana es su colocación, que implica operarios expertos y sobre todo con experiencia, ceñirse a las normas de colocación, prever los solapes adecuadamente, y además, tener en consideración las condiciones climáticas bajo las que se realizarán los procedimientos (tener que cuenta que días muy calurosos y soleados complican una adecuada colocación de la misma).

Recomendaciones para el técnico referentes a una adecuada selección de los materiales de revestimiento interior de la envolvente opaca expuesta

- I) No se aconseja el uso de terminaciones/revestimientos porosos o rústicos en el paramento interior de los cerramientos pues, toda agua producto de condensaciones en aberturas poco eficientes o de filtraciones a través de su carpintería poco estanca, si el usuario no toma una postura “activa” (secando la escorrentía producida), quedará depositada en el material y generarán las condiciones óptimas para que proliferen mohos en el revestimiento.
- II) En el caso de optar por terminaciones del tipo de las mencionadas precedentemente, se requiere de un usuario “activo” (consciente e informado) que seque y mantenga limpias las superficies (además de las consideraciones mencionadas en el próximo ítem *“Recomendaciones para el usuario referentes al uso y mantenimiento del edificio en relación a los problemas de humedad y mohos”*)
- III) Utilizar fungicidas y pinturas fungicidas según indicaciones de los fabricantes, procurando evitar productos blanqueadores en la limpieza/remoción/tratamiento de las humedades existentes (debido a que podrán “enmascarar” el problema, en lugar de remediarlo). En este caso también es fundamental que el técnico tenga una postura crítica y pueda analizar detalladamente la información técnica y ensayos de los productos suministrados por los proveedores.
- IV) No se aconseja utilizar una placa de yeso como “solución a la humedad interior”. Si bien tiene propiedades higroscópicas y con ello, estará actuando regulando las condiciones ambientales interiores, solo estará “enmascarando” al problema, pues los mohos continuarán creciendo por detrás y no se estará actuando sobre la causa ni sobre las afectaciones en la salud; solo se estarán mitigando las consecuencias estéticas.
- V) Revestimientos orgánicos como la madera, deberán de asegurarse que esté seca y libre de mohos visibles al momento de utilizarlos, así como de tratarlos consecuentemente con barnices o soluciones para minimizar la absorción de humedad. Una vez se constate presencia de humedad en el interior de los mismos, con o sin aparición visible de mohos, se recomienda reemplazar la pieza afectada (por cuanto no es posible determinar si se trata de mohos de pudrición o cromógeno, el primero afecta la lignina del material y compromete

su integridad física) (POPOFF, Orlando. Instituto de Botánica del Nordeste, Argentina)

Algunas de las recomendaciones realizadas precedentemente en cuanto a diseño y construcción, fueron plasmadas en los dos cortes integrales estándar que se plantean a continuación:

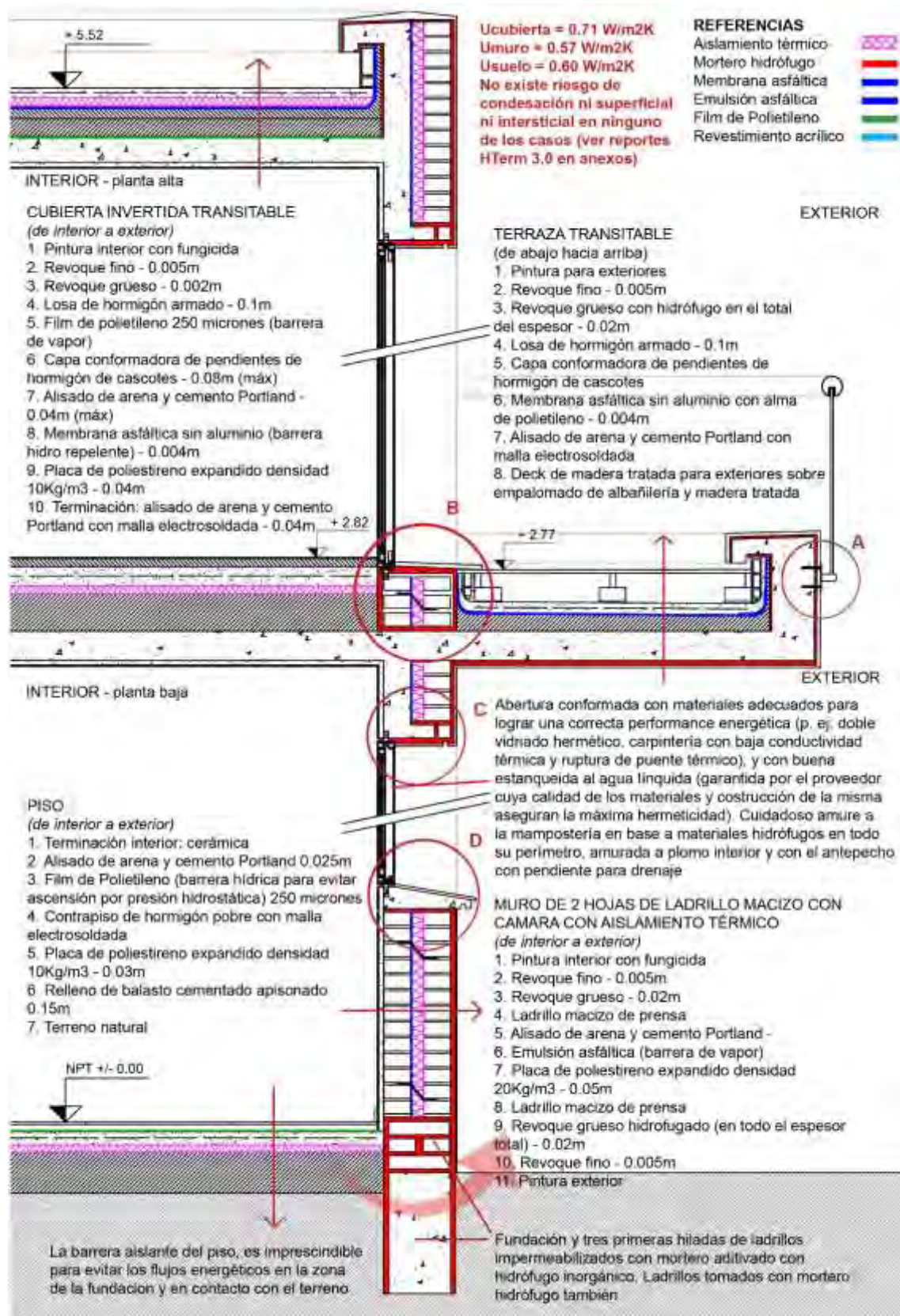


Gráfico 39: Corte integral tipo, con muro doble de mampostería y cubierta tradicional invertida transitable. Sin escala

Fuente: elaboración propia de la autora

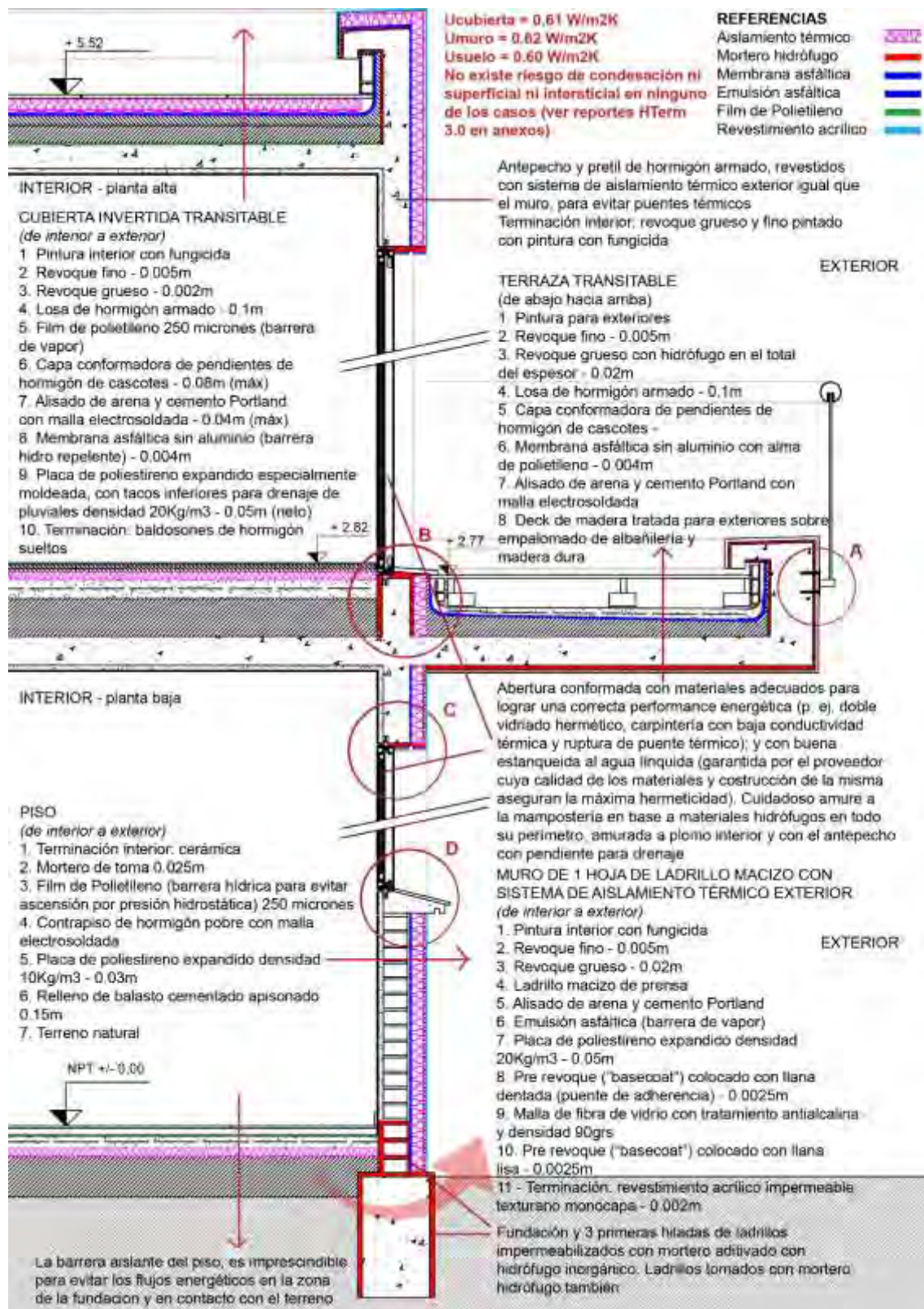


Gráfico 40: Corte integral tipo, con muro simple de mampostería y cubierta tradicional invertida transitable. Sin escala

Fuente: elaboración propia de la autora

Notas a los cortes integrales:

Los espesores de las capas aislantes, de la barrera de vapor y de la barrera hidrórepelentes, así como su ubicación relativa dentro del cerramiento, fueron cuantificadas y localizadas para estos detalles en particular, a efectos de evitar riesgos de condensación tanto superficial como intersticial. Cualquier cambio en los materiales, espesores y/o ubicación de las capas, hará que obligatoriamente se realicen para ese caso en particular las nuevas verificaciones higrotérmicas.

En los integrales, fueron referenciadas algunas zonas de puntos singulares con letras – A, B, C, y D), que merecen un detalle adicional al incluido en los mismos:

Detalle A: Se muestra el amure de una baranda en el plano lateral del pretil, a efectos de evitar la absorción por gravedad del agua de lluvia en amures horizontales.

Detalle B: la base de la abertura sobre la losa se construirá con doble muro de ladrillo y aislamiento térmico en la cámara para evitar los intercambios energéticos en dicho punto a causa del puente térmico material y geométrico. Esta base irá totalmente rodeada con material hidrofugado, así como el mortero a tomar los mampuestos. Este hidrófugo se usará también para asentar la cerámica que conforma a la baldosa que conforma al antepecho, y cuyo encuentro con el perfil inferior de la abertura será cuidadosamente resuelto; ya sea por la posición entre ellos o el material de la junta (masilla, silicona, etc).

Las gargantas de la azotea y de la terraza, serán cerradas con material cerámico desde la aleta del pretil hacia el pavimento, protegiendo la impermeabilización correspondiente.

Detalle C: este es un punto muy conflictivo. Usualmente se resuelve haciendo una aleta a la parte inferior del dintel, que sirve de apoyo tanto al aislante como a los mampuestos del muro exterior. No obstante, representa una discontinuidad en la barrera térmica, de modo que oficia de puente térmico y por lo tanto, de zona factible a la generación de patologías varias. La solución a este punto singular implicaría la prolongación hasta el nivel inferior del aislante, la sujeción de los ladrillos exteriores al dintel por medio de bigotes de hierro, y un cierre inferior de un material apto para estar expuesto al exterior (como yeso verde, fibrocemento sin asbesto, etc). La solución es constructivamente viable pero es costosa, complicada y de menor durabilidad que la que implica el puente térmico.

Detalle D: el antepecho será de hormigón armado, con un goterón ubicado en la parte inferior del volado, con forma de media caña. La cerámica que conforma el revestimiento del antepecho, el material de las juntas así como el que el material que separa el perfil inferior de la abertura, deberá ser lo más impermeable posible y con la pendiente correcta para una ágil y eficaz evacuación del agua.

Recomendaciones para el usuario referentes al uso y mantenimiento del edificio en relación a los problemas de humedad y mohos.

- I) En esta cuestión relativa a que el usuario evite la proliferación de mohos, lo primero que debe de tener en cuenta es no propiciar los factores acordes para su crecimiento: esto es, evitar una alta humedad relativa/agua, temperatura óptima y nutriente. En este sentido, la primera recomendación es reducir la producción de vapores a su mínima expresión. En caso contrario, se sugiere evacuar dichos vapores por medios naturales o mecánicos.
- II) Apelar a una buena ventilación natural, renovación de aire mínima higiénica (según ASHRAE Standard 62.1⁹). En invierno cuando la producción de vapor se incrementa por el tipo de cocción, sobre todo, por cuanto se someten a los interiores a altas temperaturas a efectos de lograr el confort térmico, es fundamental una ventilación cruzada, corta pero efectiva, de unos minutos, en las habitaciones de la zona térmica de uso nocturno por la mañana (para evacuar el vapor nocturno), y en la zona térmica de uso diurno a mediodía (aprovechando el pico máximo de irradiación solar y temperatura del aire exterior). Durante la época estival, es muy útil la ventilación nocturna en un tipo de clima como el de Montevideo, para eliminar el sobrecalentamiento de los ambientes, el vapor del día luego de estar cerrados los locales y a efectos de eliminar el calor que por la inercia térmica fueron liberando los materiales a partir de la caída del sol (en caso de contemplar la inercia al interior de los ambientes en la solución constructiva de los cerramientos).
- III) De no poder ventilar naturalmente, es fundamental el uso de extractores mecánicos (sobre todo en zonas como la cocina y baño, donde se producen grandes cantidades de vapor durante el día), así como el uso de deshumidificadores, que ayuden a secar el ambiente artificialmente. El régimen o agenda de uso del deshumidificador persigue la misma lógica de la ventilación natural: utilizarlo en la mañana en la zona térmica de uso nocturno, y en la noche en la zona térmica de uso diurno. En cocina y baños deberá utilizarse luego de la producción de vapor.
- IV) Es aconsejable eliminar las fuentes de calefacción y/o cocción húmeda (estufas o cocina a supergas), y procurar utilizar equipos que funcionen en base a otros energéticos “secos” (como energía eléctrica). De utilizar fuentes a gas, procurar que sean equipos que evacúen los gases de combustión hacia el exterior (como el tiro balanceado).
- V) Otro aspecto importante a tener en cuenta, es lograr que el usuario tenga una postura “activa”: es fundamental que mantenga las superficies limpias, libres de polvo y suciedad doméstica (que contiene nutrientes y junto con los propios materiales de construcción, serán el alimento perfecto para propiciar el crecimiento de los mohos). Además, es fundamental que toda aquella superficie o mobiliario que se humedezca por escorrentía de agua de

⁹ ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2016. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. USA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2016.

condensación o filtración sea secada por el usuario inmediatamente a efectos de evitar humedad que también favorezca a las esporas.

- VI) Si ya han aparecido humedades visibles, lo primero que debería de hacer es contactarse con un profesional en la materia para conocer su causa y trabajar sobre ella. No es aconsejable realizar una limpieza doméstica. No obstante, en caso de hacerlo debido a una aparición de mohos muy localizada (según IICRC¹⁰ ó EPA¹¹ menor a 1m²), lo primero es utilizar todos los equipos de seguridad (máscara N95, guantes de látex, lentes de seguridad) y además garantizar una buena ventilación durante y posterior a la limpieza. Ello no solo por lo que liberan los mohos sino también por la exposición a los productos de limpieza. En cuanto a implementos a emplear, se desaconseja la utilización de hipoclorito de sodio o cualquier producto blanqueador. Así, tampoco deben de mezclarse productos químicos sin tener conocimiento del tema, ya que ello puede generar vapores tóxicos que comprometan la salud del usuario. Es imprescindible previamente a la utilización de cualquier producto, ver fecha de caducidad, leer atentamente las indicaciones del fabricante así como las indicaciones pertinentes realizadas en normas internacionales como las de la EPA, IICRC ó NIOSH, así como protocolos para su deshecho. En esta línea, lo más inocuo para el usuario será utilizar agua y jabón neutro, con esponja o trapo, realizando movimientos tópicos (a efectos de no esparcir las esporas), y subsiguientemente algún producto fungicida (amonio cuaternario o dióxido de titanio), según indicaciones del fabricante. Se puede reforzar la efectividad del mismo utilizando además una pintura con fungicida.
- VII) Todos los productos de limpieza deberán ceñirse estrictamente para su uso o almacenaje, a lo indicados por el fabricante.
- VIII) Todos los deshechos de los equipos utilizados para la limpieza, al estar en contacto con contaminantes biológicos que pueden ser potencialmente patógenos, deberán de ser desechados en una bolsa debidamente identificada.

¹⁰ ANSI / IICRC S520-2008. *Standard and Reference Guide for Professional Mold Remediation* (Second Edition). USA: ANSI - INSTITUTE OF INSPECTION CLEANING AND RESTORATION CERTIFICATION. 2008. 237p.

¹¹ EPA. *Una breve guía para el moho, la humedad. Su casa*. 16p. [Disponible online]
https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2015-08/documents/moldguide_sp_1.pdf

CONCLUSIONES

La ciudad de Montevideo, presenta en su mayoría, construcciones con estructura y cerramientos independientes, en hormigón armado y mampostería cerámica. Estas construcciones comenzaron a ejecutarse a partir de mediados del siglo pasado (continuando hasta la actualidad), en un escenario fuertemente influenciado por el Movimiento Moderno en Arquitectura.

Este tipo de construcción soslaya en general el acondicionamiento higrotérmico y no contempla una correcta resolución tanto formal como material de la envolvente en relación al desempeño hidro repelente. Estos aspectos deficitarios de la construcción, junto a unos inadecuados usos y costumbres de los usuarios, propician la aparición de diversas patologías edilicias que terminan reforzando la sensación de discomfort del usuario y culminando en el deterioro físico de los inmuebles. Ello conforma un escenario habitacional cada vez más negativo, afectando en forma creciente la calidad del aire interior y acrecentando el desmedro en la salud de los ocupantes.

En este escenario el análisis de la literatura universal conjuntamente con el recurso experimental, posibilitaron el establecimiento de parámetros que relacionan la problemática desde los enfoques de la Arquitectura y de la Medicina, demostrando el cumplimiento de la hipótesis formulada a partir de la pregunta de la investigación

De los resultados arrojados a partir de las mediciones, muestreos y cálculos realizados en los Estudios de Caso, se verifica:

- La importancia del uso adecuado de la barrera aislante térmica, la barrera de vapor y la barrera hidro repelente, a efectos de evitar la tendencia a la formación de mohos producto de humedades de diversa causa, como condensaciones y/o filtraciones. Esto implica cuantificarlos debidamente en espesor, selección de los mismos y su localización dentro de los cerramientos. Además, es fundamental que se coloque evitando discontinuidades, en el aislamiento térmico a efectos de evitar distintas resistencias térmicas; en la barrera de vapor a efectos de evitar que se encuentre el punto de rocío en el sector donde se discontinúa.
- La importancia de un usuario activo e informado, que se ocupe de evacuar debidamente los vapores que se producen en el interior de los edificios, así como de elegir criteriosamente los medios de climatización y deshumidificación termomecánicos.
- La ventaja que en un clima como el de Montevideo y específicamente para el programa vivienda, provee la utilización de la barrera aislante térmica en la cara exterior y dejar al interior el material másico con inercia, a efectos de hacer más estables las condiciones interiores de temperatura y, en consecuencia, favorecer que no se produzca el “efecto de pared fría” que pudiera colaborar con la aparición de condensaciones superficiales, y consecuentemente, mohos asociado a este problema.

- La importancia de seleccionar adecuadamente los materiales de terminación tanto interior como exterior, seleccionados por el técnico proyectista con criterios de composición, porosidad y capacidad de absorción (higroscopía). De esta forma se evitará favorecer la acumulación y/o intrusión de agua por absorción.
- El valor que conlleva el correcto y adecuado diseño de las aberturas y la selección de las mismas, en función de los registros pluviométricos y vientos predominantes, por las posibles filtraciones a través del sello hidráulico de su carpintería.
- La relevancia del diseño del detalle constructivo en puntos singulares y/o conflictivos, pasibles a pérdidas energéticas y/o absorción o ingreso de agua líquida por su morfología o características físicas del material.
- La trascendencia de las conductas preventivas de la problemática por sobre las de mitigación/erradicación del problema.
- La prevalencia de las humedades de condensación primeramente (en un 95% de los casos analizados), frente a las del tipo de filtración (en segundo lugar con una presencia del 55%), lo que muestra responsabilidad no solo por parte del técnico sino también las costumbres y acciones del usuario durante el uso y mantenimiento de los inmuebles.
- La incidencia dentro de las conductas del usuario, que tiene la elección del tipo de climatización en materia de provocar unas condiciones ambientales interiores ideales para la proliferación de mohos: de los casos analizados, el 70% tiene estufas con energético que liberan los humos de combustión en el interior de los ambientes.
- Que se distinguen cuatro géneros de mohos (hongos miceliales o filamentosos) más comunes en la generalidad de los casos (*Cladosporium* spp. *Penicillium* spp, *Alternaria* spp., *Mortierella* spp., con una presencia del 95%, 60%, 40% y 35% respectivamente), debido fundamentalmente al tipo de nutriente y a la cantidad de agua/vapor disponibles.
- Que algunas de las especies halladas son patógenas del ser humano, de modo que son potencialmente peligrosas (dependiendo del tiempo y concentración en la exposición, y de la susceptibilidad del individuo)
- Que en el 85% de los casos analizados existían afectaciones de la salud de los usuarios del tipo alergias y rinitis, mientras que el 45% desarrollaron ciertos tipos de problemas respiratorios. Esto permite asumir que la presencia de los mohos en el ambiente de alguna forma está afectando negativamente a la salud de los usuarios.
- Que en referencia a los temas económicos, se pudo deducir que se está construyendo con una erogación monetaria importante en relación con las prestaciones y la performance que contemplan las soluciones constructivas. Sin embargo, el caso del muro M6 (que es una excepción), es un ejemplo de correcta

resolución en cuanto a comportamiento termo-energético e hidro repelente y además, resulta siendo poco más de un 20% más económico que construir, por ejemplo, el M1. Esto conlleva a asumir una necesaria concientización en lo fundamental del análisis del detalle constructivo y de la selección de los materiales, previo a la decisión económica.

Respecto al cumplimiento de los objetivos planteados, se entiende que los mismos fueron logrados por cuanto, se articularon aportes de diversas disciplinas de forma de obtener un enfoque holístico e integral de la problemática; estas investigaciones se extrapolaron a la realidad de Uruguay y se realizaron recomendaciones particulares para la zona climática y la población de estudio en que se centra esta investigación, a efectos de definir parámetros para complementar el Código Edificio Nacional actual y asimismo, sentar las bases para futuras investigaciones. Estas recomendaciones también tendrán una función preventiva para la aparición de patologías asociadas con humedades y mohos en edificios.

Finalmente, el presente trabajo podría ampliarse a otras líneas de investigación como:

- Abordar en mayor profundidad la problemática desde el enfoque del usuario, en materia de protocolos de tratamiento y mitigación de los mohos una vez proliferados.
- Desarrollar en mayor detalle la integración de los ejes mencionados (científico-técnico-normativo), y por tanto plasmar dicha integración en varias matrices síntesis de la comparación de normativas y protocolos más importantes a nivel internacional y modelos de certificación en la temática principal por un lado, aportes médicos, y aportes microbiológicos por otro, valorando fortalezas y debilidades de cada uno, y ponderando lo más desarrollado en el ámbito de estudio para trasladarlo y adaptarlo al escenario nacional y reflejarlo en la normativa local.
- Investigar sobre el estudio particular de los revestimientos y materiales de terminación y su relación con la proliferación de cada especie de mohos: tomando el enfoque arquitectónico como eje principal, correlacionarlo con aspectos físicos y químicos de los materiales de construcción.
- Desarrollar otros criterios de selección de materiales en relación a la proliferación no solo de los mohos, sino de otros organismos como bacterias y ácaros, considerando y ponderando otros aspectos como el desempeño frente al fuego o el acústico, la posible emisión tóxica al aire interior, entre otros.
- Dado que la evaluación experimental se realizó durante la época invernal con el objeto de poder abarcar, por las condiciones climáticas exteriores y los hábitos del usuario, condiciones favorables para la aparición de condensaciones (que en otra época del año no se darían); una posible línea de investigación futura podría ser la de realizar los mismos estudios en la época estival y contrastar ambos resultados, de modo de poder sacar conclusiones acerca de la incidencia del comportamiento del usuario en tal sentido.

BIBLIOGRAFÍA

ACGIH. *Bioaerosols: Assessment and Control*. American Conference of Governmental Industrial Hygienist; 1ª edición. USA: 1999. 322 p. ISBN-13: 978-1882417292

ACGIH. *Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment*. American Conference of Governmental Industrial Hygienist. USA: 1989. ISBN 093671283X

AGNETTI, Agustina. ORAUSCLIO, Paola. TROTTA, Romina. DEFRANCHI, Héctor. *Aspergilosis broncopulmonar alérgica*. Revista Americana de Medicina Respiratoria. Vol. 15. N. 3. Argentina: 2015. P. 233 - 234 [Disponible online] http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-236X2015000300010 [consulta: febrero 2019]

AIPEX. *Soluciones de aislamiento térmico con poliestireno extruido XPS para una edificación sostenible*. España, 56p. [Disponible online] http://www.aipex.es/panel/uploads/descargas/cat_xps_2017.pdf [consulta: enero 2019]

ALIATA, Fernando. GÓMEZ PINTUS, Ana. OBREGÓN, Rosana. Apuntes de clase de "Historia del Hábitat y su relación con el Ambiente". En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2016. La Plata.

AL-OBAID, K., AHMAD, S., JOSEPH, L., & KHAN, Z. *Lodderomyces elongisporus: a bloodstream pathogen of greater clinical significance*. *New microbes and new infections*, 26, 20-24. doi:10.1016/j.nmni.2018. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6141678/> [consulta: enero 2019]

AMARANTO CONRADO, Melys Audith. CAÑIZALES, Jorge Luis Castillo. VALDERRAMA, Zulay Castillo. MENESES VEGARA, Samuel Fransisco. PÁJARO ORTIZ, Maritza Isabel. *Síndrome del edificio enfermo: estado del arte, periodo 2005 – 2015*. (Tesis de Especialización) Colombia, 2016. Universidad CES, Facultad de Medicina. 26p. [Disponible online] http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/4703/2/Sindrome_Edificio_Enfermo_Estado_del_Arte.pdf [consulta: enero 2019]

ANDERSSON, M.A. NIKULIN, M. KO'LJALG, U. ANDERSSON, M.C. RAINEY, F. REIJULA, K. HINTIKKA, E.L. SALKINOJA-SALONEN, M. *Bacteria, Molds, and Toxins in Water-Damaged Building Materials*. 1997. Vol. 63, No. 2. p. 387–393. [Disponible online] <https://aem.asm.org/content/aem/63/2/387.full.pdf> [consulta: enero 2019]

ANFAPA. *Los puentes térmicos en edificios*. [Disponible online] <https://www.anfapa.com/es/divulgacion/465/los-puentes-termicos-en-edificios> [consulta: enero 2019]

ANSI / IICRC S500-2015. *Standard and Reference Guide for Professional Water Damage Restoration*. USA: ANSI - INSTITUTE OF INSPECTION CLEANING AND RESTORATION CERTIFICATION. 2015.

ANSI / IICRC S520-2008. *Standard and Reference Guide for Professional Mold Remediation* (Second Edition). USA: ANSI - INSTITUTE OF INSPECTION CLEANING AND RESTORATION CERTIFICATION. 2008. 237p.

ARGUMEDO-DELIRA, Rosalba. ALARCÓN, Alejandro. FERRERA-CERRATO, Ronald. PEÑA-CABRIALES, Juan José. *El género fúngico Trichoderma y su relación con contaminantes orgánicos e inorgánicos*. Rev. Int. Contam. Ambient. 25 (4) 257-269, 2009. [Disponible online] <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v25n4/v25n4a6.pdf> [consulta febrero 2019]

ARISTONDO, Graciela. *La legislación de la Vivienda Popular en el Uruguay del Siglo XX*. Barcelona: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona. 2005. [Disponible online] <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-29.htm> [consulta diciembre 2017]

AROSZTEGUI, José Miguel. NEGRÍN, Guzmán. *Propiedades térmicas de materiales y componentes de construcción corrientes en Uruguay. Criterios para el análisis del comportamiento térmico de cerramientos opacos*. Montevideo: Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura - Facultad de Arquitectura. 1996. 25 p.

AROSZTEGUI, José Miguel. *Evaluación térmica de proyectos. Método simplificado para la previsión de temperaturas internas en condiciones cíclicas estacionarias. Cuadernos de Facultad, serie Acondicionamientos – 1*. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1991. 39p.

ASHRAE. *Indoor Air Quality Guide: Best Practices for Design, Construction and Commissioning*. USA, 2009. 176p. ISBN: 978-1-933742-59-5

ASSE, Web oficial. Fotografías de la Red de Atención Primaria Jardines del Hipódromo. [Disponible online] <http://www.asse.com.uy/contenido/Policlinicas-perifericas-descomprimen-Hospitales-y-resuelven-90-de-consultas-Autoridades-en-Jardines-del-Hipodromo-y-Badano-Repetto-9865> [consulta diciembre 2018]

ASTM D6329-98(2015). *Standard Guide for Developing Methodology for Evaluating the Ability of Indoor Materials to Support Microbial Growth Using Static Environmental Chambers*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015

ASTM D7338-14. *Standard Guide for Assessment Of Fungal Growth in Buildings*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014

ASTM D7391-17e1. *Standard Test Method for Categorization and Quantification of Airborne Fungal Structures in an Inertial Impaction Sample by Optical Microscopy*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017

ASTM D7658-17. *Standard Test Method for Direct Microscopy of Fungal Structures from Tape*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017

ASTM D7788-14. *Standard Practice for Collection of Total Airborne Fungal Structures via Inertial Impaction Methodology*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014

ASTM D7789-12. *Standard Practice for Collection of Fungal Material from Surfaces by Swab*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012

ASTM D7910-14. *Standard Practice for Collection of Fungal Material From Surfaces by Tape Lift*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014

ASTM D8068-18. *Standard Practice for Collection of Culturable Airborne Fungi or Bacteria on Agar Plates by Inertial Impaction Systems*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018

ASTM STP1071. *Mycotoxins and Indoor Air Quality*. ASTM International, West Conshohocken, PA, 1990

ASTM WK17177. *New Test Method for Examination of Fungal Structures on Tape Lift Samples by Optical Microscopy*. ASTM International, West Conshohocken, PA

ASTM WK28565. *New Practice for the Collection of Culturable Airborne Fungi or Bacteria on Agar Plates by Inertial Impaction Systems*. ASTM International, West Conshohocken, PA

ASTM WK49764 *New Test Method for Standard method for the analysis of swabs for fungi*. ASTM International, West Conshohocken, PA

ASTM WK52711. *Post-Remediation Verification (PRV) Following a Fungal Remediation Project*. ASTM International, West Conshohocken, PA

ASTM WK64471. *Standard Test Method for Assessment of Fungal biomass on Surfaces or Coatings by measuring -N-acetylhexosaminidase activity*. ASTM International, West Conshohocken, PA

ATECYR. DTIE 2.02 *Calidad del Aire Interior*. España. 110p. ISBN: 84-95010-16-X

AVILÉZ, Sonia. *Metodología para el diagnóstico de calidad del aire interior (CAI) en recintos escolares: caso UPIICSA*. (Tesis de Master) México. Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. 2007. 186p. [Disponible online] <https://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/608> [consulta: enero 2019]

AYOUB, Raymond. *Control térmico natural de los locales en los trópicos y en las regiones templadas y soleadas*. Montevideo: Instituto de la Construcción, Facultad de Arquitectura, 1963. 186p.

AZQUETA, Pablo. *Las condensaciones de humedad en la construcción*. Argentina. Revista VIVIENDA N° 474.2002. pp. 54 a 57. [Disponible online] <http://gabustos.tripod.com/n.pdf> [consulta: enero 2019]

AZQUETA, Pablo. *Manual práctico del aislamiento térmico en la construcción. EPS-Poliestireno Expandido*. Buenos Aires: AAPE. 2014. 153 p. ISBN: 978-987-3607-35-6 [Disponible online] <http://www.fapyd.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/ManualPracticoDeEPS-intectivo-Encriptado-Abril2014.pdf> [consulta junio 2017]

BAILEY, Hollace S. *Fungal Contamination: A Manual for Investigation Remediation and Control*. USA: BECi. 2005. 394p. ISBN: 0-9760799

BUSS, Mariana. *Estudio epidemiológico de alergia a hongos y otros neumoaergenos, en estudiantes de medicina de la Universitat Aut3noma de Barcelona, con relaci3n a los niveles f3ngicos ambientales* (Tesis Doctoral) [Disponible online] http://lap.uab.cat/aerobiologia/general/pdf/thesis/2009_Thesis_M_Bus_Cezar_Fontana.pdf [consulta junio 2018]

BERENGUER, M. Jos3; GUARDINO, Xavier; HERNÁNDEZ, Ana; MARTÍ, M. Carmen; NOGAREDA, Clotilde; SOLÉ, M. Dolores. *El s3ndrome del edificio enfermo. Metodolog3a de evaluaci3n*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1994. 149p. ISBN: 84-7425-393-4

Biocidas [Disponible online] <https://www.lenntech.es/biocidas.htm> [consulta diciembre 2017]

BŁASZCZYK, Lidia. SIWULSKI, Marek. SOBIERALSKI, Krzysztof. LISIECKA, Jolanta. JĘDRYCZKA, Małgorzata. *Trichoderma spp.- application and prospects for use in organic farming and industry*. JOURNAL OF PLANT PROTECTION RESEARCH Vol. 54, No. 4 (2014) [Disponible online] https://www.researchgate.net/publication/273338662_Trichoderma_spp_-_Application_and_prospects_for_use_in_organic_farming_and_industry [consulta: enero 2019]

BLUYSSSEN, Philomena M. *The Healthy Indoor Environment: How to assess occupants' wellbeing in buildings*. New York: Routledge. 2013. 496p. ISBN: 9781134581375

BOLDÚ, J. PASCAL, I. *Enfermedades relacionadas con los edificios*. Anales Sis San Navarra vol.28 supl.1 Pamplona 2005. [Disponible online] http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272005000200015&script=sci_arttext [consulta: enero 2019]

BORNEHAG, C.G. SUNDELL, J. *Dampness in buildings as a risk factor for health effects. European multidisciplinary review of the entire literature (Euroexpo)*. 2002. [Disponible online] <https://www.isiaq.org/docs/papers/5A1o3.pdf> [consulta: enero 2019]

BUENO, Mariano. *El gran libro de la casa sana*. Barcelona: Ediciones Mart3nez Roca. 1992. ISBN: 9788427016613

BUSS, Mariana. *Estudio epidemiol3gico de alergia a hongos y otros neumoaergenos, en estudiantes de medicina de la Universitat Aut3noma de Barcelona, con relaci3n a los niveles f3ngicos ambientales*. (Tesis Doctoral) 2009. Universitat Aut3noma de Barcelona, Unitat de Bot3nica, Departament de Biolog3a Animal, Biolog3a Vegetal I Ecolog3a. 250p. [Disponible online] https://lap.uab.cat/aerobiologia/general/pdf/thesis/2009_Thesis_M_Bus_Cezar_Fontana.pdf [consulta: enero 2019]

CAICEDO, Luz Dary. *Estudio de la micota ambiental de tres edificios de laboratorios de la Universidad del Valle, Colombia, y su relaci3n con los s3ntomas de alergias respiratorias que manifiestan trabajadores* (Tesis de Maestr3a). Argentina. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Medicina. 2015. 101p. [Disponible online] <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/468> [consulta: enero 2019]

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN. *Documento Técnico n°30. Humedad por Condensación en Viviendas. Prevención y Soluciones*. Segunda Edición. CDT. Chile. 2012. 108 p. ISBN: 978-956-7911-19-6 [Disponible online] <https://issuu.com/pfemenias.cl/docs/manual-de-humedadlink> [consulta: enero 2019]

CARDOZO BECERRA, R. Y. ARAQUE MUNOZ, L. G. *Caracterización de bioaerosoles en tres edificaciones administrativas de Bogotá, 2012-2013*. Ciencia en Desarrollo [online]. 2015, vol.6, n.1. 41-54p. [Disponible online] http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882015000100006&lng=en&nrm=iso [consulta: enero 2019]

CASCALES, Matilde. *Determinación del Síndrome del Edificio Enfermo*. [Disponible online] http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/4846/determinacion_sindrome_edificio_enfermo.pdf?sequence=2

CASE, Christine. FUNKE, Berdell. TORTORA, Gerard. *Introducción a la microbiología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. 2007. 988p. ISBN: 978-950-06-0740-7

CASTRO, Carlos. Aislamiento térmico en la edificación. Fundación escuela de la edificación. Madrid: 2008. 340p. ISBN 978-84-96555-07-5

CAVIGLIA, Jorge C. *Análisis de Costos y Presupuestación de Obras*. 5° Edición. Montevideo: Impresora Gráfica. 2002. 231 p.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *Mold Prevention Strategies and Possible Health Effects in the Aftermath of Hurricanes and Major Floods*. CDC. USA: 2006. [Disponible online] <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5508a1.htm> [Consulta: febrero 2019]

CCOHS. *Addressing moisture and mould in your home*. Canadian Centre for Occupational Health and Safety Government of Canada. 2014. 8p. [Disponible online] <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/mould-home-maison-moisissure/alt/mould-home-maison-moisissure-eng.pdf> [Consulta: febrero 2019]

CCOHS. *Indoor air quality: moulds and fungi*. Canadian Centre for Occupational Health and Safety Government of Canada. [Disponible online] https://www.ccohs.ca/oshanswers/biol_hazards/iaq_mold.html [Consulta: febrero 2019]

CCOHS. *Reduce Humidity, Moisture and mould*. Canadian Centre for Occupational Health and Safety Government of Canada. [Disponible online] <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/air-quality/indoor-air-contaminants/reduce-humidity-moisture-mould.html> [Consulta: febrero 2019]

CCOHS. *Residential Indoor Air Quality Guideline: Moulds*. Canadian Centre for Occupational Health and Safety Government of Canada. 2007. 2p. [Disponible online] <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/mould-moisissure/alt/mould-moisissures-eng.pdf> [Consulta: febrero 2019]

CDC/NIOSH. *Dampness and Mold Assessment Tool General Buildings*. CDC/NIOSH. USA. 17p. [Disponible online] <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2019-115/pdfs/2019-115.pdf> [Consulta: febrero 2019]

CENTRO COOPERATIVISTA DEL URUGUAY (sitio web oficial) [Disponible online] <http://www.ccu.org.uy/> [Consulta: marzo 2017]

CHAUVIE, Verónica. PICCIÓN, Alicia. *Patologías de Condensación: diseño y uso del edificio*. Montevideo: Facultad de Arquitectura. 2005, 69 p.

CHOUAKI, T. LAVARDE, V. LACHAUD, L. RACCURT, C. P. HENNEQUIN, C. *Invasive Infections Due to Trichoderma Species: Report of 2 Cases, Findings of In Vitro Susceptibility Testing, and Review of the Literature*. CID 2002:35. 8p. [Disponible online] <https://pdfs.semanticscholar.org/f797/b59f42167fb660d8ca5f4a3e733ecb6a3438.pdf> [Consulta: enero 2019]

COVIREUS AL SUR (sitio web oficial) [Disponible online] <https://covireusalsur.es.tl/> [Consulta: junio 2018]

CROISSET, Maurice. *Humedad y temperatura en los edificios. Condensaciones y confort térmico de verano e invierno*. España: Editores Técnicos Asociados S.A. 1976. 244p. ISBN: 84-7146-029-7

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. Documento Básico de Ahorro de la Energía. España: 2017. 68p. [Disponible online] <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf> [Consulta: enero 2019]

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. *Documento de Apoyo al Documento Básico. Documento básico de Ahorro de Energía*. España: 2014. 37p. [Disponible online] https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DA-DB-HE-3_Puentes_termicos.pdf [Consulta: enero 2019]

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. *Documento Básico de Salubridad*. España: 2017. 142p. [Disponible online] <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf> [Consulta: enero 2019]

CUERVO, Lino. FERRERES, Tomás. *Prevención de humedades II. Prevención de la humedad en fachadas. Protección frente a la humedad de condensación en los edificios*. Francia: Nou Silva Equips SL. 134p. ISBN: 978-84-92465-38-5

CZAJKOWSKI, J. Apuntes de clase de “Introducción a la Arquitectura y el Hábitat Sustentable”. En el marco de la Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. FAU-UNLP. 2015. La Plata.

CZAJKOWSKI, J. GENTILE, C. STANGE, S. MORENO, J. *Condensación superficial en encuentros de planos verticales y horizontales, en viviendas de uso permanente: su evaluación y diagnóstico*. 1999 [Disponible online] http://jdczajko.tripod.com/publicaciones/antac99/condensacion_antac99.html [Consulta: enero 2019]

CZAJKOWSKI, Jorge. GÓMEZ, Analía. *Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia*. La Plata: Edición Previa. 1993. p. 108-128.

DAZA, M.A. MARTÍNEZ, D. X. CARO, P.A. *Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo*. Biociencias, ISSN-e 2390-0512, Vol. 10, N°. 2, 2015 (Ejemplar dedicado a: BIOCIENCIAS), págs. 37-50. [Disponible online] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5460365> [Consulta: enero 2019]

EBRAHIMI, L. FOTOUHIFAR, KH. –B. *Identification of some fungi accompanying the scab symptoms in Iran*. Mycologia Iranica 3(1): 25 – 37, 2016 [Disponible online] https://www.researchgate.net/publication/324965732_Identification_of_some_fungi_accompanying_the_scab_symptoms_in_Iran [Consulta: enero 2019]

ECHEVARRÍA, Cristina. PICCIÓN, Alicia. *Calidad higrotérmica de la vivienda. Exigencias mínimas y recomendaciones. Proyecto para el Banco Hipotecario del Uruguay*. Montevideo: Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura – Facultad de Arquitectura. 1998. 45p.

ECURED. Enciclopedia Cubana. *Alternaria alternata*. [Disponible online] https://www.ecured.cu/Alternaria_alternata [Consulta: febrero 2019]

ECURED. Enciclopedia Cubana. *Cladosporium*. [Disponible online] <https://www.ecured.cu/Cladosporium> [Consulta: febrero 2019]

ECURED. Enciclopedia Cubana. *Hongo Mucor*. [Disponible online] https://www.ecured.cu/Hongo_Mucor [Consulta: febrero 2019]

ECURED. Enciclopedia Cubana. *Trichoderma spp.* [Disponible online] https://www.ecured.cu/Trichoderma_spp [Consulta: febrero 2019]

EDIFICAR. REVISTA ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN. *¿Otro mundo es posible? La construcción de cooperativas de vivienda por ayuda mutua en áreas centrales de la ciudad*. Montevideo: D+B. julio-agostos 2015. p. 5. n. 69.

EDMONDSON, David; NORDNESS, Mark; ZACHARISEN, Michael; KURUP, Viswanath; FINK, Jordan. *Allergy and “toxic mold syndrome”*. 2005. Volume 94, Issue 2, Pages 234–239. [Disponible online] [https://www.annallergy.org/article/S1081-1206\(10\)61301-4/abstract](https://www.annallergy.org/article/S1081-1206(10)61301-4/abstract) [Consulta: enero 2019]

EDWARDS, Brian. *Guía Básica de la Sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili. 2004. 224 p. ISBN: 978-842-521-951-1

ELIMINAR EL MOHO. “*Información del moho y moho tóxico*” [Disponible online] <http://eliminar moho.org/> [Consulta diciembre 2017]

EICHLER, Friedrich. *Patología de la construcción. Detalles constructivos*. Editorial Blume. 1978. 403p. ISBN: 9788470311864

ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN. 1389p. [Disponible online] https://higieneyseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf [Consulta febrero 2019]

EPA. *Una breve guía para el moho, la humedad. Su casa*. 16p. [Disponible online] https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2015-08/documents/moldguide_sp_1.pdf [consulta noviembre 2017]

EPA. *Moisture control guidance for building design, construction and maintenance*. USA: EPA. 2013. 144p. [Disponible online] <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/moisture-control.pdf> [consulta octubre 2018]

ESPINOZA SALVADÓ, Iván. *Tipos de Muestreo*. [Disponible online] <http://www.bvs.hn/Honduras/Embarazo/Tipos.de.Muestreo.Marzo.2016.pdf> [Consulta enero 2019]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – ORT. *Plan de Estudios 2015*. [Disponible online] <http://fa.ort.edu.uy/fa/folleto-de-arquitectura/6-7/> [Consulta enero 2018]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Acondicionamiento Térmico Guión 1*. Montevideo: Oficina del Libro del CEDA, Facultad de Arquitectura UDELAR, 2006. 86p.

FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Acondicionamiento Térmico Guión 2*. Montevideo: Oficina del Libro del CEDA, Facultad de Arquitectura UDELAR, 2006. 110p.

FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Acondicionamiento Térmico. Ficha 1*. Montevideo: Oficina del Libro CEDA.

FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Acondicionamiento Térmico. Ficha 2*. Montevideo: Oficina del Libro CEDA.

FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Repartido AT01*. Montevideo: 2002. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf> [consulta: enero 2018]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. CÁTEDRA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO. *Repartido AT02*. Montevideo: 2012. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf> [consulta: enero 2018]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. *Plan de Estudios 2015*. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/patio/novedades/nuevo-plan-de-estudios-de-arquitectura.html> [Consulta enero 2018]

FACULTAD DE ARQUITECTURA – Udelar. *Plan de Estudios 2002*. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/bedelia/files/2012/10/Plan-2002.pdf> [Consulta enero 2018]

FENERCOM. *Guía de calidad del aire interior* [Disponible online] [https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia de Calidad del Aire Interior fenercom 2016.pdf](https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia%20de%20Calidad%20del%20Aire%20Interior%20fenercom%202016.pdf) [Consulta marzo 2018]

FLANNIGAN, Brian. MILLER, J. David. SAMSON, Robert. *Microorganisms in Home and Indoor Work Environments: Diversity, Health Impacts, Investigation and Control*, Second Edition. USA: CRC Press. 2017. 539p. ISBN-13: 978-1138072411

FUNG F, HUGHSON W.G. *Health effects of indoor fungal bioaerosol exposure*. 2003. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12791550> [Consulta: enero 2019]

GALLUP, J, KOZAK, P, CUMMINS, L, GILLMAN, S. *Indoor Mold Spore Exposure: Characteristics of 127 Homes in Southern California with Endogenous Mold Problems*. 1987. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2958312> [Consulta: enero 2019]

GARCÍA MORALES, Soledad. *Metodología de diagnóstico de humedades de capilaridad ascendente y condensación higroscópica, en edificios históricos*. (Tesis Doctoral), E.T.S. Arquitectura (UPM). 1995. 340p. [Disponible online] http://oa.upm.es/10159/1/SOLEDAD_GARCIA_MORALES.pdf [Consulta: enero 2019]

GARCÍA MORALES, S. LÓPEZ, GONZÁLEZ, L. COLLADO DÓMEZ, A. *Metodología de inspección higrotérmica para la determinación de un factor intensidad de evaporación en edificios históricos*. Informes de la Construcción Vol. 64, N° EXTRA, 69-78, diciembre 2012 10p. ISSN: 0020-0883 e ISSN: 1988-3234 doi: 10.3989/ic.11.073 [Disponible online] <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2438/2748> [Consulta: enero 2019]

GIACOSA, Antonella. PRIETO, Camila. SOUTTO, Araceli. *Uruguay en clases. Estratificación social en Uruguay*. (Trabajo académico) Montevideo: 2016. 35 p. [Disponible online] https://ucu.edu.uy/sites/default/files/facultad/dcsp/concurso_2016/41_clases_uruguay_mencion.pdf [Consulta enero 2018]

GOBIERNO DE BUENOS AIRES. INSTITUTO DE LA VIVIENDA. *Acondicionamiento higrotérmico de edificios. Manual de aplicación Ley 13059*. [Disponible online] http://www.vivienda.mosp.gba.gov.ar/varios/manual_ac_higrotermico.pdf [Consulta enero 2018]

GOBIERNO DE ESPAÑA. REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, *sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo*. [Disponible online] <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-11144> [Consulta febrero 2019]

GOLDSTEIN, Walter E. *Sick Building Syndrome and related illness. Prevention and remediation of mold contamination*. USA; CRC Press. 2011. 230p. ISBN: 978-1-4398-0144-4

GOVERNMENT OF CANADA. *Addressing Moisture and mould in your home*. Canadá: 2014. [Disponible online] <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/addressing-moisture-mould-your-home.html> [consulta enero 2019]

GOVERNMENT OF CANADA. *Indoor Air Quality – Moulds and Fungi*. Canadian Centre for Occupational Health and Safety [Disponible online] https://www.ccohs.ca/oshanswers/biol_hazards/iaq_mold.html [Consulta enero 2019]

GOVERNMENT OF CANADA. *Reduce humidity, moisture and mould*. [Disponible online] <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/air-quality/indoor-air-contaminants/reduce-humidity-moisture-mould.html> [Consulta enero 2019]

GOVERNMENT OF CANADA. *Residential Indoor Air Quality Guideline: Moulds*. Canadá: 2007. 2p. [Disponible online] <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/mould-moisissure/alt/mould-moisissures-eng.pdf> [Consulta enero 2019]

GRATWICK, R.T. *La humedad en la construcción. Sus causas y remedios*. España. Editores Técnicos Asociados S.A. 1971. 334p.

GUARDINO SOLÁ, Xavier. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Calidad del Aire Interior*. [Disponible online] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/44.pdf> [Consulta marzo 2018]

GUERRERO PÉREZ, Ramón. *Edificación y Eficiencia Energética en los Edificios*. Málaga: IC Editorial. 1º Edición. 2016. 338p. ISBN 978-84-16271-46-7

HEINSOHN, Patricia. YANG, Chin. *Sampling and analysis of indoor microorganisms*. USA: John Wiley and Sons. 2007. 273p. ISBN-13: 978-0-471-73093-4

HENS, Hugo. *Building physics heat, air and moisture. Fundamentals and engineering methods with examples and exercises*. Alemania: Wilhelm Ernst and Sohn. 2012. 315p. ISBN: 978-3-433-03027-1

HESS-KOSA, Kathleen. *Indoor Air Quality. The latest sampling and analytical methods*. New York: CRC Press. 2011. 397 p. ISBN: 978-143-982-665-2

HOWARTH, Peter. REID, Anita. *La casa antialérgica. Cómo crear un hogar saludable y libre de los agentes causantes de las alergias*. Barcelona: RBA Libros. 2003. 143p. ISBN: 84-7901-606-X

HUNG, Ling-Ling. MILLER, David. DILLON, H. Kenneth. *Field Guide for the Determination of Biological Contaminants in Environmental Samples*. 2nd Edition. USA: American Industrial Hygiene Association. 2005. 284 p. ISBN: 1-931504-62-8

HUSMAN, Tuula. *Health effects of indoor air microorganism*. 1996. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, Vol. 22, No. 1. Pp. 5-13 [Disponible online] https://www.jstor.org/stable/40966495?seq=1#page_scan_tab_contents [Consulta: enero 2019]

HYVARINEN, Anne. REPONEN, Tiina. HUSMAN, Tuula. RUUSKANEN, Juhani. NEVALAINEN, Aino. *Characterizing Mold Problem Buildings – Concentrations And Flora Of Viable Fungi*. Dinamarca. 1993. 7p. [Disponible online] https://www.aivc.org/sites/default/files/airbase_7545.pdf [Consulta: enero 2019]

IGLESIAS, Ricardo. *Factores medioambientales, vivienda y salud*. 2003. Revista de Salud Ambiental, Volumen 3, Numero 2. 4p. [Disponible online] <http://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/362> [Consulta: enero 2019]

INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO. *Normativa Departamental: Volumen XV Planeamiento de la Edificación*. [Disponible online] <http://normativa.montevideo.gub.uy/> [Consulta: noviembre 2017]

INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO. *Sustentabilidad Ambiental de la Vivienda*. [Disponible online] http://mvd2030.montevideo.gub.uy/sites/mvd2030.montevideo.gub.uy/files/biblioteca/resentacion_suamvi_0.pdf [Consulta noviembre 2017]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos de los Hogares 2005-2006. Metodología y resultados*. 207p. [Disponible online] http://www.ine.gub.uy/c/document_library/get_file?uuid=83d8c75c-a0f7-49d3-b5c1-1cb9548ddf1a&groupId=10181 [Consulta mayo 2017]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Índice de condiciones de vivienda 1985-1996*. 29p. [Disponible online] <http://www.ine.gub.uy/documents/10181/35933/Indice+de+Condiciones+de+Vivienda+-+1985-1996.pdf/66703a61-0abf-4fea-9e53-194267a53058> [Consulta mayo 2017]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Situación de la Vivienda en Uruguay. Informe de Divulgación. Encuesta Nacional de Hogares Ampliada - Módulo de Vivienda Primer trimestre de 2006*. 73p. [Disponible online] <http://www.ine.gub.uy/documents/10181/35933/ENHA+2006.+Situaci%C3%B3n+de+la+vivienda+en+Uruguay/04f07f2f-519c-48ec-b45a-fc78f137a8b1> [Consulta mayo 2017]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Uruguay en cifras 2014*. p. 11-28 [Disponible online] http://www.ine.gub.uy/documents/10181/39317/Uruguay_en_cifras_2014.pdf/aac28208-4670-4e96-b8c1-b2abb93b5b13 [Consulta mayo 2017]

INSHT. *Calidad del ambiente interior*. 22p. [Disponible online] <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Calidad%20del%20ambiente%20interior/CalidadambinteriorDTECAI.pdf> [Consulta diciembre 2018]

INSHT. Databio. *Alternaria* spp. [Disponible online] <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Alter%20spp.pdf> [Consulta febrero 2019]

INSHT. Databio. *Aspergillus* spp. [Disponible online] <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Ficha%20Aspergillus%20spp.pdf> [Consulta febrero 2019]

INSHT. Databio. *Cladosporium* spp. [Disponible online] <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Cladosporium%20spp.pdf> [Consulta febrero 2019]

INSHT. Databio. *Penicillium* spp. [Disponible online] <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Penicillium%20spp%202017.pdf> [Consulta febrero 2019]

INSHT. *Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos*. Madrid. 2014. [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/agen_bio.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 203: *Contaminantes biológicos: evaluación en ambientes laborales*. Madrid. [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_203.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 243: *Ambientes cerrados: calidad del aire*. Madrid. [Disponible online] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_243.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 288: *Síndrome del edificio enfermo: enfermedades relacionadas y papel de los bioaerosoles*. Madrid. [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_288.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 289: *Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo*. Madrid. 1991 [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_289.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 290: *El síndrome del edificio enfermo: cuestionario para su detección*. Madrid. 1991 [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_290.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 299: *Método para el recuento de bacterias y hongos en aire*. Madrid. 1993 [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_299.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 335: *Calidad de aire interior: evaluación de la presencia de polen y espores fúngicas*. Madrid. 1994 [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_335.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 351: *Micotoxinas (aflatoxinas y tricotecenos) en ambientes laborales*. Madrid. [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_351.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 380: *El síndrome del edificio enfermo: cuestionario simplificado*. Madrid. 1995 [Disponible online]

http://www.insht.es/Inshtweb/contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_380.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 409: *Contaminantes biológicos: criterios de valoración*. Madrid. 1996 [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_409.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 431: *Caracterización de la calidad del aire en ambientes interiores*. Madrid. 1996 [Disponible online]

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_431.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 488: *Calidad de aire interior: identificación de hongos*. Madrid. 1998 [Disponible online] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_488.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 608: *Agentes biológicos: planificación de la medición*. Madrid. [Disponible online] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_608.pdf [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 1064. *Calidad del aire interior. Contaminantes biológicos (I): estrategia de muestreo*. Madrid. [Disponible online] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1055a1065/ntp-1064w.pdf> [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 1065. *Calidad del aire interior. Contaminantes biológicos (II). Tipos de muestreo*. Madrid. [Disponible online] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1055a1065/ntp-1065w.pdf> [Consulta febrero 2019]

INSHT. NTP 802: *Agentes biológicos no infecciosos: enfermedades respiratorias*. Madrid: 2008. [Disponible online] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/802%20web.pdf> [Consulta febrero 2019]

INSHT. *Síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación*. [Disponible online] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf> [Consulta enero 2019]

IRAM 11605. *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*. Argentina: IRAM. 1996.

IRAM 11625. *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general*. Argentina: IRAM. 2007.

ISO 16000-1:2004 *Indoor Air – Part 1: General aspects of sampling strategy*. ISO International Organization for Standardization. 2004

ISO 16000-18:2011 *Indoor Air – Part 18: Detection and enumeration of moulds – Sampling by impaction*. ISO International Organization for Standardization. 2011

ISO 16000-19:2012 *Indoor Air – Part 19: Detection and enumeration of moulds – Sampling by filtration*. ISO International Organization for Standardization. 2012

ISO 16000-32:2014 *Indoor Air – Part 32: Investigation of buildings for the occurrence of pollutants*. ISO International Organization for Standardization. 2014

JAIKEL-VÍQUEZ, Daniela; HERNÁNDEZ-VARGAS, Sofía; RIGGIONI-CORDERO, Olman; SALAS-CAMPOS, Ingrid; GROSS-MARTÍNEZ, Norma. *Contaminación fúngica*

ambiental en tres centros de enseñanza primaria del cantón Central de la provincia de Heredia, Costa Rica. Acta Médica Costarricense, vol. 57, núm. 3, julio-septiembre, 2015, pp. 137-142 [Disponible online] http://actamedica.medicos.cr/index.php/Acta_Medica/article/view/891 [Consulta: enero 2019]

JENSEN, P.A; SCHAFER, M.P. *Sampling and Characterization of Bioaerosols*. CDC/NIOSH. USA: 1996. 31p. [Disponible online] <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/chapter-i.pdf> [Consulta: enero 2019]

JOHANNING, Eckardt (Editor). *Bioaerosols, Fungi, Bacteria, Mycotoxins and Human Health*. USA: Fungal Research Group Foundation. 1999. 638p. ISBN-13: 978-0964730717

JOHANNING, Eckardt (Editor). *Bioaerosols, Fungi, Bacteria, Mycotoxins and Human Health*. USA: Fungal Research Group Foundation. 2005. 508p. ISBN-13: 978-0970991515

KORPI, A. JARNBERG, J. PASANEN, AL. *Microbial volatile organic compounds*. USA: PUBMED US National Library of Medicine National Institutes of Health. 2009. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19204852> [Consulta: enero 2019]

LEED. *Guía de conceptos básicos de edificios verdes y LEED*. [Disponible online] http://www.spaingbc.org/files/Core%20Concepts%20Guide_ES.pdf [Consulta: enero 2018]

LIGNELL, Ulla. *Characterization of microorganisms in indoor environments*. (Tesis Doctoral) Finlandia, 2008. University of Kuopio, National Public Health Institute, Department of Environmental Health, Kuopio, Finland and Department of Environmental Sciences. 116p. [Disponible online] http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-951-740-771-7/urn_isbn_978-951-740-771-7.pdf [Consulta: enero 2019]

LINDSLEY, W. GREEN, B. BLACHER, F. MARTIN, S. LAW, B. JENSEN, P. SCHAFER, M. *Sampling and characterization of bioaerosols*. 2017. [Disponible online] https://www.researchgate.net/publication/315706252_Sampling_and_characterization_of_bioaerosols [Consulta: enero 2019]

MCCARTHY, John. SAMET, Jonathan. SPENGLER, John. *Indoor Air Quality Handbook*. USA: McGraw-Hill Professional. 2000. 1488p. ISBN: 978-0074455494

MEDLINEPLUS. *Asma*. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. [Disponible online] <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000141.htm> [Consulta: diciembre 2017].

MEDLINEPLUS. *Aspergiloma*. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. [Disponible online] <https://medlineplus.gov/ency/imagepages/17263.htm> [Consulta: diciembre 2017].

MEDLINEPLUS. *Neumonitis por hipersensibilidad*. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. [Disponible online] <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000109.htm> [Consulta: diciembre 2017].

MENDELL, M.J. HEATH, G.A. *Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature*. USA, 2004, Volume 14, Issue 1. pp. 27-52. [Disponible online] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0668.2004.00320.x> [Consulta: enero 2019]

MENDELL, Mark J. MIRER, Anna G. CHEUNG, Kerry. TONG, My. DOUWES, Jeroen. *Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence*. 2011. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21269928> [Consulta: enero 2019]

MIDES. *Reporte social 2013. Principales características del Uruguay social*. Montevideo: Mastergraf, 2013. 296p. [Disponible online] http://www.mides.gub.uy/innovaportal/file/23497/1/reporte_social_2013.pdf [Consulta: mayo de 2017].

MIEM. *Características del sector residencial. Datos 2013*. Montevideo: 2013. 31p. [Disponible online] http://www.dne.gub.uy/documents/15386/7565677/Informe_Encuesta_Residencial_2013_3.03.2016.pdf [Consulta: mayo de 2017].

MIEM. FUNDACIÓN BARILOCHE DE ARGENTINA. PRIEN. *Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional. Informe Del Sector Residencial Informe Final Tomo I*. Montevideo: 2008. 130p. [Disponible online] <http://www.dne.gub.uy/documents/15377/40852/Informe%20Sector%20Residencial%20T1.pdf> [Consulta: abril de 2017].

MIEM. FUNDACIÓN BARILOCHE DE ARGENTINA. PRIEN. *Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional. Balance Nacional en Energía Útil de Uruguay 2006. Caracterización del consumo de energía a nivel de usos: sector residencial*. Montevideo: 2008. 24p. [Disponible online] <http://www.dne.gub.uy/documents/15377/40850/Resumen%20Residencial.pdf> [Consulta: abril de 2017].

MIEM. MVOTMA. AECID. *Informe: medio ambiente y energía en Uruguay. Aspectos de la temática energética desde una visión ambiental*. Montevideo: 2018. 108p. [Disponible online] https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/informe_medio_ambiente_energia.pdf [Consulta: enero de 2019].

MILLER, J.D. *Fungi as contaminants in indoor air*. 1992. Atmospheric Environment. Part A. General Topics. Volumen 26. Issue 12. Pp. 2163-2172. [Disponible online] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0960168692904049> [Consulta: enero 2019]

MIMBACAS, A. REIS, A. SATTTLER, M. *Evaluación post-ocupación: comportamiento del usuario y condensación de humedad en la cooperativa habitacional Vicman*. ENTAC. Brasil, 2000, 8p. [Disponible online]

http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_043.pdf [Consulta: enero 2019]

MIMBACAS, Alicia. LAGOMARSINO, Luis. *Acondicionamiento térmico. Presentaciones de clase*. Montevideo: Universidad ORT – Facultad de Arquitectura. 2007.

MITCHELL, Clifford S. ZHANG, Junfeng (Jim), SIGSGAARD, Torben, JANTUNEN, Matti, LIOY, Paul J. SAMSON, Robert, KAROL, Meryl H. *Current State of the Science: Health Effects and Indoor Environmental Quality*. 2007. 6p. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1892137/> [Consulta: enero 2019]

MOLINA, Enrique. *Contaminantes biológicos del aire interior de la vivienda: factores contribuyentes, afecciones relacionadas y medidas correctivas*. La Habana, Cuba. 2015. [Disponible online] http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol53_1_15/hig08115.htm [Consulta: enero 2019]

MONJO CARRIÓN, Juan. *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*. Madrid: Editorial Munilla-Lería. 2010. 426 p. ISBN: 978-84-89150-12-6

MOORE-LANDECKER, E. *Fundamentals of the fungi*. New Jersey: Prentice-Hall Inc. 1996. 574 p.

MORAWSKA, Lidia. SALTHAMMER, Tunga. *Indoor Environment. Airborne Particles and Settled Dust*. USA: Wiley-VCH. 2003. 467p. ISBN-13: 978-3527305254

Muestreo no probabilístico [Disponible online] <https://explorable.com/es/muestreo-no-probabilistico> [Consulta: enero de 2019].

MTOP-DNA. *Memoria Constructiva General Para Edificios Públicos*. Montevideo: 2006. 397 p. [Disponible online] <http://www.mtop.gub.uy/documents/20182/59452/Memoria+Constructiva+General+Edicion+2006/a0d2588c-125f-45da-8ae9-af79fa227b41?version=1.1> [Consulta: enero de 2018].

MÜHLMANN, Susana. *Sustentabilidad de los materiales: compatibilidad tecnológica e integración proyectual de ayer, hoy y mañana*. [Disponible online] <https://materiainvestigacion.files.wordpress.com/2016/05/jornadas2012sipi.pdf> [Consulta: enero de 2018].

MUÑOZ, Marcela. *Patologías en la edificación de viviendas sociales, especialmente con la humedad*. (Tesis de grado) Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2004. 98p. [Disponible online] <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfcim971p/pdf/bmfcim971p.pdf> [Consulta: enero 2019]

MVOTMA. *Cooperativas* [Disponible online] <http://www.mvotma.gub.uy/portal/tu-vivienda/construir/cooperativas.html> [Consulta: marzo 2017]

MVOTMA. *Guía de Vivienda 2015. Sistema Público de Vivienda*. 8° Edición. Montevideo: MVOTMA, 2015, p. 29-30. [Disponible online] http://www.mvotma.gub.uy/images/bct_guia_de_vivienda8a_2015_V4.pdf [Consulta enero 2018]

MVOTMA. *Listado actualizado de Institutos de Asistencia Técnica IATs* [Disponible online] http://mvotma.gub.uy/images/LISTADO_ACTUALIZADO_IATS_2-mayo-2017.pdf?1516897059676 [consulta diciembre 2018]

MVOTMA. *Plan quinquenal de vivienda 2015-2019*. Montevideo. 146p. [Disponible online] http://www.anv.gub.uy/archivos/2016/02/PLAN_QUINQUENAL_DE_VIVIENDA_2015_2019.pdf [Consulta: mayo de 2017].

MVOTMA. *Plan nacional de vivienda 2010-2015*. Montevideo. 155 p. [Disponible online] http://www.mevir.org.uy/images/transparencia/Doc_estrategicos/plan_quinquenal_vivienda.pdf [Consulta: mayo de 2017].

MVOTMA. *Estándares de Desempeño y Requisitos para la vivienda de interés social*. [Disponible online] <http://www.mvotma.gub.uy/images/stories/doc/estanddesempeno.pdf> [Consulta: mayo de 2017].

NABORS, Murray. *Introducción a la botánica*. España: Prentice Hall. 2006. 712p. ISBN: 0-805-34416-0

NATION LABORATORIES. *Common Mold Library*. [Disponible online] <http://www.nationlabs.com/resources/mold-library/> [Consulta: enero 2019]

NCCEH. *Mould Remediation Recommendations*. Canadá: 2014. 7p. [Disponible online] http://www.ncceh.ca/sites/default/files/Mould_Remediation_Evidence_Review_March_2014.pdf [Consulta: enero 2019]

NCh 853-2007. Acondicionamiento térmico – Envoltorio térmico de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. Chile: INN. 2007

NEVALAINEN, A. PASANEN, A.-L. NIININEN, M. REPONEN, T. KALLIOKOSKI, P. JANTUNEN, M.J. *The indoor air quality in Finnish homes with mold problems*. 1991. Volume 14, Issue 4. Pp. 299-302. [Disponible online] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0160412091900151?via%3Dihub> [Consulta: enero 2019]

OLGYAY, Víctor. *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. 1ª Edición, 9ª Tirada. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. 2014. 203 p. ISBN: 978-84-252-1488-2

ONU. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987. 300P. [Disponible online] <http://www.un-documents.net/our-commonfuture.pdf> [Consulta junio 2017]

OPP. *Reporte Uruguay 2015*. Montevideo: 333p. [Disponible online] https://www.opp.gub.uy/opp/images/ReporteUruguay2015_OPP_web.pdf [Consulta mayo 2017]

OSHA. *Building Assessment, Restoration, and Demolition. Mold Remediation*. USA. [Disponible online] <https://www.osha.gov/SLTC/etools/hurricane/mold.html> [Consulta: enero 2019]

PARK, J.H, COX-GANSER, J.M. *Mold exposure and respiratory health in damp indoor environments*. 2011. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21196349> [Consulta: enero 2019]

PARK, J.H. SCHLEIFF, P.L. ATTFIELD, M.D. COX-GANSER. J.M. KREISS, K. *Building-related respiratory symptoms can be predicted with semi-quantitative indices of exposure to dampness and mold*. 2004. Volume 14, Issue 6. Pp. 425-433. [Disponible online] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0668.2004.00291.x> [Consulta: enero 2019]

PAVÓN MORENO, M.A. GONZÁLEZ ALONSO, I. MARTÍN DE SANTOS, R. GARCÍA LACARRA, T. *Importancia del género Alternaria como productor de micotoxinas y agente causal de enfermedades humanas*. Artículo de Revisión. Nutrición Hospitalaria. 2012. p. 1772-1781 [Disponible online] <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n6/03revision02.pdf> [Consulta: febrero 2019]

PEAT, J.K. DICKERSON, J. *Effects of damp and mould in the home on respiratory health: a review of the literature*. 1998. 10p. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9534909> [Consulta: enero 2019]

PEÑA, Manuel. *Cómo detectar y tratar el Síndrome del Edificio Enfermo*. [Disponible online] <http://pdfs.wke.es/8/4/8/5/pd0000018485.pdf> [Consulta: mayo 2018]

PERDOMO, Viviana. RUOCCO, Fabiana. *Prefabricados de hormigón. Análisis de sistemas aplicados a vivienda*. (Tesina de grado). Uruguay: Facultad de Arquitectura. UdelAR, 2015. 39 p. [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2015/11/TESINA-PERDOMO-RUOCCO.pdf> [consulta octubre 2018]

POPOFF, Orlando. *Hongos xilófagos*. Instituto de Botánica del Nordeste, Argentina. [Disponible online] <http://www.biologia.edu.ar/fungi/xilofagos.htm> [consulta enero 2019]

PREZANT, Bradley. WEEKES, Donald. MILLER, J. David. *Recognition, Evaluation and Control of Indoor Mold*. American Industrial Hygiene Association. USA: 2008. 253 p. ISBN-13: 978-1931504911

PUGLIESE, Michael. *The Homeowner's Guide to Mold*. USA, RSMeans. 2006. 144p. ISBN-13: 978-0-87629-821-3

RANA, M. G. *Is there connection between fibromyalgia and mold?* 2017. [Disponible online] <https://fibromyalgiaresources.com/fibromyalgia-and-mold/> [Consulta febrero 2019]

RAINUSSO, Ana Cristina. *Costos de Componentes de Obra*. [Disponible online] <https://costos.todouy.com/> [Consulta: enero 2018]

REINOSO, Enso. ROMERO, María. REINOSO, María. (2019) *Eumycetos (Hongos verdaderos)* En STANCHI, Nestor. COPES, Julio. ECHEVERRÍA, María. GATTI, Eleatrice. GENTILINE, Elida. LARSEN, Alejandra. LEOTTA, Gerardo. MARTINO, Pablo. MOREDO, Fabiana. REINOSO, Enso. *Microbiología Veterinaria* (pp. 991-1003)

Segunda edición, Editorial Intermédica, Versión Electrónica. 2019. Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-950-555-474-4

REY MARTÍNES, Francisco; VELASCO GÓMEZ, Eloy. *Calidad de ambientes interiores*. España: Editorial Thomson. 2007. 311 p. ISBN: 978-84-9732-540-0

REY MARTINEZ, Francisco Javier; CEÑA CALLEJO, Rafael. *Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores. Volumen 1* JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. España: 2006. 229p. [Disponible online] <https://edificioseguro.files.wordpress.com/2015/03/edificios-saludables-para-trabajadores-sanos-vol-1.pdf> [Consulta: enero 2018]

REY MARTINEZ, Francisco Javier; CEÑA CALLEJO, Rafael. *Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores. Volumen 2* JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. España: 2006. 222p. [Disponible online] http://www.intersindical.es/boletin/laintersindical_saludlaboral_02/archivos/edificios_saludables_2parte.pdf [Consulta: enero 2018]

RIELLA, Alberto. MASCHERONI, Paola. DANSILIO, Florencia. *La estratificación social en Uruguay: aplicación de una técnica de estratificación para la investigación social aplicada*. 24p. [Disponible online] <http://cienciassociales.edu.uy/wp-content/uploads/sites/3/2013/archivos/LasBrujas4-Riella.pdf> [Consulta mayo 2017]

RIVADENEIRA, Daniela. *Evaluación microbiológica de la presencia de hongos en ambientes de la Escuela de Bioanálisis de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador mediante la aspiración de volumen de aire en tiempo definido como una de las causas del Síndrome del Edificio Enfermo durante el 2011*. (Tesis de grado) Ecuador. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Escuela De Bioanálisis. 2012. 117p. [Disponible online] <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12005/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consulta: enero 2019]

RIVERA, Luis. *Recomendaciones para la prevención y solución de la humedad por condensación en viviendas* (Tesis de Grado). Chile, 2012. Universidad De Chile, Facultad De Ciencias Físicas Y Matemáticas, Departamento De Ingeniería Civil. 148p. [Disponible online] http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111350/cf-rivera_lc.pdf;sequence=1 [Consulta: enero 2019]

RIVERO, Roberto. *Arquitectura y clima, Acondicionamiento térmico natural*. Montevideo: Facultad de Arquitectura UDELAR, 1988. 278p.

RIVERO, Roberto. *Vivienda. Especificaciones, normas de cálculo y nociones elementales sobre su acondicionamiento térmico*. Montevideo: Servicio de Climatología aplicada a la Arquitectura, Facultad de Arquitectura UDELAR, 1970. 70p.

ROBBINS, C.A. SWENSON, L.J. NEALLEY, M.L. GOTS, R.E. KELMAN, B.J. *Health effects of mycotoxins in indoor air: a critical review*. 2000. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11036728> [Consulta: enero 2019]

ROGER MORSE, AIHA. DON ACKER, PE. *Indoor Air Quality and Mold Prevention of the building Envelope*. National Institute of Building Sciences. 2017. [Disponible online]

<https://www.wbdg.org/resources/indoor-air-quality-and-mold-prevention-building-envelope> [Consulta: febrero 2019]

SAEZ ALONSO, Sofía. *Caracterización de envolventes opacas edificaciones de construcción tradicional más utilizadas en Cooperativas de Vivienda de Montevideo, Uruguay. Análisis del perfil de sus variables termo-energético-constructivas-económicas, con un enfoque sustentable*. (Tesis de Especialización). Argentina: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de La Plata, 2018. 237 p. [Disponible online] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70655>

SAMSON, Robert A. OLAF C. G. Adan. *Fundamentals of Mold Growth in Indoor Environments and Strategies for Healthy Living*. USA: Wageningen Academic Pub. 2011. 523p. ISBN: 978-90-8686-135-4

SAMSON, Robert A.; THRANE, Ulf; FRISVAD, Jens C.; ANDERSEN, Birgitte; HOUBRAKEN, Jos. *Food and indoor fungi*. The Netherlands: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Center for Microbial Biotechnology. 2010. 390p. ISBN: 978-90-70351-82-3

SAMSON, R.A., VAN REENAN-HOEKSTRA, E. S., FRISVAD, J. C., y FILTENBORG, O. *Introduction to Food - and Airborne Fungi*. The Netherlands: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Center for Microbial Biotechnology. 2010. 389p.

SCHALLER, James. *Mold Illness and Mold Remediation Made Simple (Discount Black & White Edition): Removing Mold Toxins from Bodies and Sick Buildings*. USA: Hope Academic Press. 2006. 152p. ISBN: 978-0979024900

SEMENT, Carlos. *Alergia a la humedad: ¿qué son los hongos y cómo evitarlos?* Libro de las enfermedades alérgicas de la Fundación BBVA. [Disponible online] <http://alergiafbbva.es/los-responsables-de-la-rinoconjuntivitis-y-el-asma-alergicas/9-alergia-a-la-humedad-%C2%BFque-son-los-hongos-y-como-evitarlos/> [Consulta diciembre 2017]

SERRANO-COLL, Héctor. CARDONA-CASTRO, Nora. *Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos*. Rev CES Med 2015;29(1):143-152 [Disponible online] <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v29n1/v29n1a12.pdf> [Consulta febrero 2019]

SILVA, Allan. *Determinando la población y la muestra*. [Disponible online] https://es.slideshare.net/sasaponker/tipo-demuestreo-57028568?from_action=save [Consulta enero 2019]

SINGH, Jagjit. WATKINSON, Sarah. LACEY, John. SAMSON, Robert. C.G. ADAN, Olaf. LLOYD, Huw. BRUCE, Alan. PALFREYMAN, John. HILDITCH, Austin. LAL GARG, Kundan. DHAWAN, Shashi. ESCAMILLA, Beatriz. COMTOIS, Paul. KOCH, Anne. GOMEZ-ALARCON, Gonzalo. DE LA TORRE, Maria Angeles. *Building Micology. Management of decay and health in buildings*. UK: E & FN Spon. 1994. 285p. ISBN 0-419-19020-1

SUÁREZ-ÁNTOLA, Roberto. *Problemas relacionados con posibles contaminantes del aire en el interior de edificios. Resumen de informe sobre contaminación del aire en interiores*. Montevideo: Setiembre de 2004. 16p. [disponible online] https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Suarez-

[Antola/publication/272740120 Problemas relacionados con posibles contaminantes del aire en el interior de edificios/links/54ec8e6d0cf27bfd77102fd.pdf](http://Antola/publication/272740120_Problemas_relacionados_con_posibles_contaminantes_del_aire_en_el_interior_de_edificios/links/54ec8e6d0cf27bfd77102fd.pdf) [Consulta: enero 2019]

SUSOEFF, Al Jr. *Black Mold: Its' Effects and How to Rid Your Home of it*. USA: Digital Developments. 2009. 108p. ISBN: 9780557031191

TENORIO, José Antonio. DIAZ, María Inés. *Pérdidas de calor y formación de condensaciones en los puentes térmicos de los edificios*. España. 1as Jornadas de Investigación en la Construcción. Pp. 1131-1153. [Disponible online] [https://www.researchgate.net/publication/39392422 Perdidas de calor y formacion de condensaciones en los puentes termicos de los edificios](https://www.researchgate.net/publication/39392422_Perdidas_de_calor_y_formacion_de_condensaciones_en_los_puentes_termicos_de_los_edificios) [Consulta: enero 2019]

TINOCO CANTO, Jhoenmert Edgar, CARHUAZ YARO, Mirian Rosmery, FLORES CÓRDOVA, Delia, ALVAREZ LOLI, Jenny. *Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y su repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión*. 2016. Revista Ciencia y Tecnología. Volumen 2. Número 1. ISSN 2313-7991. 16p. [Disponible online] https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/629 [Consulta: enero 2019]

TORRES RODRIGUEZ, J.M. *Hongos y patología respiratoria en nuestro medio*. Dentro de la publicación: Archivos de bronconeumología. Barcelona: Volumen 25, Número 1, Enero-Febrero 1989. Páginas 18-24. [Disponible online] <http://www.archbronconeumol.org/es-pdf-S0300289615317798> [Consulta: enero 2019]

TOXIC BLACK MOULD. *Microbial volatile organic compounds (MVOC)*. [Disponible online] <http://www.blackmould.me.uk/microbial%20VOC.html> [Consulta: diciembre 2017]

TROTMAN, Peter. SANDERS, Chris. HARRISON, Harry. *Understanding dampness*. United Kingdom: 2004. BRE Building Research Establishment. 216p. ISBN 1 86081 686 X

UNE 100030:2017. *Prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones*. p.7. Madrid: AENOR. 2017

UNE 100011:1991. *Climatización. La ventilación para una calidad aceptable del aire en la climatización de los locales*. Madrid: AENOR. 1991

UNE-EN 13187:2000. *Prestaciones térmicas de edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método de infrarrojos*. Madrid: AENOR. 2000

UNE-EN 13779:2008. *Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos*. Madrid: AENOR. 2008

UNE-EN 16242:2014. *Conservación del patrimonio cultural. Procedimientos e instrumentos para la medición de la humedad del aire y los intercambios de humedad entre el aire y el patrimonio cultura*. Madrid: AENOR. 2014

UNE-EN ISO 7726:2002. *Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas*. Madrid: AENOR. 2002

UNE-EN ISO 7730. *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local*. Madrid: AENOR. 2006

UNE-EN ISO 16000-1:2006 *Aire de Interiores. Parte 1: Aspectos generales de la estrategia de muestreo*. Madrid: AENOR. 2006

UNE-EN ISO 16000-19:2006 *Aire de Interiores. Parte 19: Estrategia de muestreo para mohos*. Madrid: AENOR. 2006

UNE EN ISO 16000-26:2014. *Aire de Interiores. Parte 26: Estrategia de muestreo del dióxido de carbono (CO₂)*. Madrid: AENOR. 2014

UNE-EN ISO 16000-32:2006 *Aire de Interiores. Parte 32: Investigación de la presencia de contaminantes en los edificios*. Madrid: AENOR. 2006

UNIT 1026:1999. *Aislamiento térmico de los edificios – zonificación climática*. Montevideo: UNIT.

UNIT 1052:2000. *Productos asfálticos para cubiertas. Membranas preelaboradas. Membranas de asfalto oxidado con armadura central de polietileno*. Montevideo: UNIT. 2000

UNIT 1058:2000. *Productos asfálticos para cubiertas. Membranas preelaboradas. Membranas de asfalto oxidado con armadura central de polietileno y revestimiento de aluminio*. Montevideo: UNIT. 2000

UNIT 1150:2010. *Desempeño térmico de los edificios de uso residencial. Diseño de la envolvente. Parámetros y guías para el cálculo*. Montevideo: UNIT. 2010

UNIT-ISO 6946:2007. *Componentes y elementos de los edificios. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo*. Montevideo: UNIT. 2008.

UNIT-ISO 10211:2007. *Puentes térmicos en la edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales – Cálculos detallados*. Montevideo: UNIT. 2007

UNIT-ISO 10456:2007. *Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores de diseño tabulados y procedimientos para determinar los valores térmicos de diseño y declarados*. Montevideo: UNIT. 2009.

UNIT-ISO 13788:2012. *Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo*. Montevideo: UNIT. 2015.

UNIVERSIDAD DE ALICANTE. BIBLIOTECA. *La norma ISO 690:2010(E). Material formativo*. 25p. [Disponible online]
http://werken.ubiobio.cl/html/downloads/ISO_690/Guia_Breve_ISO690-2010.pdf
[Consulta enero 2018]

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. FACULTAD DE TRABAJO SOCIAL. BIBLIOTECA. *Guía para realizar citas y referencias bibliográficas*. 17p. [Disponible

online] http://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/citas_y_referencias.pdf
[Consulta enero 2018]

VERHOEFF, A.P. BURGE, H.A. *Health risk assessment of fungi in home environments*. 1997. [Disponible online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9207717> [Consulta: enero 2019]

VIEGAS, Carla. PINHEIRO, Ana Catalina. SABINO, Raquel. VIEGAS, Susana. BRANDÃO, Joao. VERISSIMO, Cristina. *Environmental Mycology in Public Health: Fungi and Mycotoxins Risk Assessment and Management*. USA: ELSEVIER. 2016. 458p. ISBN: 978-0-12-411471-5

VITRUVIO, Marco. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Ed. cast.: Alianza Editorial S. A., Madrid, 1997. Libro Sexto, Capítulo Primero: Las condiciones climáticas y la disposición de los edificios. P. 141-164 [Disponible online] http://aparejadoresacc.com/wp-content/uploads/Vitruvio_Polion_Marco.pdf [Consulta febrero 2017]

VOLANTINO, Vicente. VILLARROEL, Zulema. MORUGA, Víctor. *Método De Evaluación Integral Del Comportamiento Higrotérmico De Sistemas Constructivos*. Argentina: INTI. 1999. 4p. [Disponible online] <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/1999/1999-t008-a009.pdf> [Consulta noviembre 2017]

WIKIPEDIA. *Arquitectura Sustentable*. [Disponible online] https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable [Consulta enero 2018]

WIKIPEDIA. *Aspergillus wentii*. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Aspergillus_wentii [Consulta febrero 2019]

WIKIPEDIA. *Mortierella*. [Disponible online] <https://en.wikipedia.org/wiki/Mortierella> [Consulta febrero 2019]

WIKIPEDIA. *Mucor circinelloides*. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Mucor_circinelloides#Pathogenicity [Consulta febrero 2019]

WIKIPEDIA. *Rhizopus oryzae*. [Disponible online] https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus_oryzae [Consulta febrero 2019]

WIKIPEDIA. *Trichoderma*. [Disponible online] <https://en.wikipedia.org/wiki/Trichoderma> [Consulta febrero 2019]

WILLEY, Joanne. SHERWOOD, Linda. WOOLVERTON, Christopher. Prescott, Harley, Klein'S Microbiology. McGraw Hill. USA, 2008. Seventh Edition. 1220p. ISBN 978-0-07-299291-5

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for Indoor Air Quality. Dampness and Mould*. WHO. USA: 2009. 247p. ISBN-13: 978-9289041683

YANG, Chin S. HEINSOHN, Patricia. *Sampling and Analysis o Indoor Microorganisms*. Wiley-Interscience. USA: 2007. 273p. ISBN-13: 978-0471730934

YARKE, Eduardo. *Ventilación natural de edificios. Fundamentos y métodos de cálculo para aplicación de ingenieros y arquitectos*. Nobuko. Buenos Aires: 2005. 139p. ISBN 987-584-036-X



Carrera: Arquitectura

ASIGNATURAS GENERALES	créditos	Horas Presenciales	Horas Totales	curso
Seminario Inicial	6	60:00	90:00	**
Matemática	11	82:30	165:00	16 semanas
Medios y Técnicas de Expresión I	13	97:30	195:00	16 semanas
Medios y Técnicas de Expresión II	8	60:00	120:00	13 semanas
Medios y Técnicas de Expresión III	6	45:00	90:00	13 semanas
Medios y Técnicas de Expresión IV	7	52:30	105:00	13 semanas
Seminario Interáreas	10	100:00	150:00	15 semanas
Cursos Opcionales	36	270:00	540:00	***
AREA PROYECTUAL	créditos	Horas Presenciales	Horas Totales	curso
Anteproyecto de Arquitectura Introductorio	24	180:00	360:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura I-a	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura I-b	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura II-a	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura II-b	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura III-a	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura III-b	22	165:00	330:00	15 semanas
Anteproyecto de Arquitectura IV	42	315:00	630:00	30 semanas
Anteproyecto de Arquitectura V	43	322:30	645:00	30 semanas
Proyecto de Arquitectura	51	127:30	765:00	30 semanas
ÁREA TECNOLÓGICA	créditos	Horas Presenciales	Horas Totales	curso
Arquitectura y Tecnología	13	97:30	195:00	16 semanas
Estabilidad de las Construcciones I	10	75:00	150:00	16 semanas
Estabilidad de las Construcciones II	10	75:00	150:00	16 semanas
Estabilidad de las Construcciones III	11	82:30	165:00	16 semanas
Construcción I	7	52:30	105:00	16 semanas
Construcción II	9	67:30	135:00	16 semanas
Construcción III	9	67:30	135:00	16 semanas
Construcción IV	7	52:30	105:00	16 semanas
Acondicionamiento Térmico	6	45:00	90:00	16 semanas
Acondicionamiento Lumínico	5	37:30	75:00	16 semanas
Acondicionamiento Acústico	6	45:00	90:00	16 semanas
Acondicionamiento e Instalaciones Sanitarias	5	37:30	75:00	16 semanas
Acondicionamiento Instalaciones Electromecánicas	6	45:00	90:00	16 semanas
Práctica Profesional de obra	14	105:00	210:00	16 semanas
ÁREA TEÓRICA	créditos	Horas Presenciales	Horas Totales	curso
Arquitectura y Teoría	13	97:30	195:00	16 semanas
Historia de la Arquitectura I- Universal	6	45:00	90:00	16 semanas
Historia de la Arquitectura II- Latinoamericana	6	45:00	90:00	16 semanas
Historia de la Arquitectura III- Nacional	8	60:00	120:00	16 semanas
Historia de la Arquitectura IV- Contemporánea	6	45:00	90:00	16 semanas
Teoría de la Arquitectura I	8	60:00	120:00	16 semanas
Teoría de la Arquitectura II	8	60:00	120:00	16 semanas
Ciencias Sociales - Sociología	7	52:30	105:00	16 semanas
Ciencias Sociales - Economía	7	52:30	105:00	16 semanas
Ciencias Sociales - Legal	7	52:30	105:00	16 semanas

** El Seminario Inicial se desarrolla en 3 semanas, con una carga horaria semanal de 20 horas.

*** La duración de los cursos opcionales varían de acuerdo a los créditos y a la carga horaria semanal correspondiente.



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
BULEVAR ARTIGAS 1031
MONTEVIDEO-URUGUAY

CRÉDITO: Unidad de medida del peso relativo de cada asignatura y curso dentro del Plan que equivale a 15 horas de dedicación del estudiante.

A cada asignatura se le asignará un número de créditos. Esta asignación se hace sobre la base de las horas de trabajo efectivo necesarias para la asimilación de los conocimientos y comprende el trabajo presencial en aula y el de estudio fuera de la misma.

Para calcular los horas de trabajo efectivo en un curso, a los efectos de calcular los créditos correspondientes, se multiplican por 2 las horas semanales de ese curso dedicadas a clase, por 1,5 las horas de los cursos bajo la forma de seminarios y por 6 en el caso del curso de Proyecto.

Ciclo y etapa	Área	Tipo de unidad en el plan	Curso	CREDITOS	Previas
1, inicial	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	INICIACION A LA ARQUITECTURA: PROYECTOS, TECNICAS, TEORIAS	6	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	HISTORIA I - HISTORIA DE LA ARQUITECTURA OCCIDENTAL DE ANTIGÜEDAD A XIX	6	INICIACION A LA ARQUITECTURA: PROYECTOS, TECNICAS, TEORIAS
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ AMERICA LATINA EL MUNDO INDIANO	3	Se cursa con HISTORIA I
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ TEMAS DE LA ARQUITECTURA Y LA CIUDAD DEL SXIX	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	HISTORIA II - HISTORIA DE LA ARQUITECTURA EN LOS S XX Y XXI	6	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ TEMAS DE HISTORIA DE LA ARQ. EN S XX Y XXI	3	Se cursa con HISTORIA II
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ TEMAS DE HISTORIA DE LA ARQ. RECIENTE	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	TEORIA DE LA ARQUITECTURA	6	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ ARQUITECTURA EN EL LIMITE: CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	3	Se cursa con TEORIA DE LA ARQUITECTURA
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ PROBLEMAS DE LA ARQUITECTURA EN LA CONTEMPORANEIDAD	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	TEORIA DEL URBANISMO	6	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ Ciudad, sociedad y políticas urbanas	3	Se cursa con TEORIA DEL URBANISMO
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ PROYECTO URBANO Y PLANIFICACION	3	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	HISTORIA III - HISTORIA DE LA ARQUITECTURA EN URUGUAY	6	
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ TEMAS DE LA AQUITECTURA EN U.	3	Se cursa con HISTORIA III
1, desarrollo	Historia, Teoría y Crítica	Optativa restringida	+ ARQUITECTURA MODERNA EN AMERICA LATINA	3	
1, desarrollo	Transversal	Obligatoria	TRANSVERSAL 1	6	
2	Historia, Teoría y Crítica	Obligatoria	ARQUITECTURA LEGAL (En revisión)	6	1ER CICLO Y 225 CRÉDITOS DE DESARROLLO
1, inicial	Proyecto y Representación	Obligatoria	PROYECTO Y REPRESENTACION 1	24	
1, inicial	Proyecto y Representación	Obligatoria	PROYECTO Y REPRESENTACION 2	24	
1, inicial	Proyecto y Representación	optativa libre	+ Producción de imágenes digitales avanzadas	3	Se cursa una sola vez con cualquier PROYECTO Y REPRESENTACIÓN
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	+ Profundización proyectual	3	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Posproducción digital en el dibujo de arquitectura	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Croquis. El dibujo a pulso	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Sistemas mixtos de representación	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Percepción, materialidad y tecnologías de representación digital	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	El dibujo analítico de arquitectura	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	La representación cinematográfica de la arquitectura	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	Profundización proyectual	6	
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Obligatoria	PROYECTO 3	24	PR1 y PR2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Obligatoria	PROYECTO 4	24	PR1 y PR2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	+ Herramientas de representación para la ideación	3	Se cursa una sola vez con cualquier PROYECTO
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PUT 1	12	P3 Y P4
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PUT 2	12	P3 Y P4
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa libre	+ Representación urbana y del territorio	3	Se cursa una sola vez con PUT 1 ó 2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PUT 3	12	PUT1 O PUT 2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PUT 4	12	PUT1 O PUT 2

1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PE 1	12	P3 Y P4
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PE 2	12	P3 Y P4
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PE 3	12	PE1 O PE 2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PE 4	12	PE1 O PE 2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PTE1	12	PE1 O PE 2 O PUT1 O PUT2
1, desarrollo	Proyecto y Representación	Optativa restringida	PTE2	12	PE1 O PE 2 O PUT1 O PUT2
1, inicial	Transversal		TRANSVERSAL 2	6	
1, desarrollo	Transversal		TRANSVERSAL 3	6	
2	Transversal		TRABAJO FINAL CARRERA	45	Construcción 3, Instalaciones 2, ESTRUCTURAS 2, Primer año completo Y 225 créditos de desarrollo
1, inicial	Tecnología	Optativa restringida	MATEMATICAS A: PRINCIPIOS MATEMATICOS DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES	6	
1, inicial	Tecnología	Optativa restringida	MATEMATICAS B: GEOMETRIA DE LAS REPRESENTACIONES PLANAS DEL ESPACIO	6	
1, inicial	Tecnología	Optativa restringida	MATEMATICAS C: SIMETRIA	6	
1, inicial	Tecnología	Obligatoria	TECNOLOGÍA INTEGRADA	9	
1, inicial	Tecnología	Obligatoria	ACONDICIONAMIENTO NATURAL	9	
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	ACOND E INSTALACIONES 1	6	acondicionamiento natural
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	ACOND E INSTALACIONES 2	9	acond e instalaciones 1
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	CONSTRUCCION 1	6	tecnología integrada
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	CONSTRUCCION 2	9	construcción 1
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	CONSTRUCCION 3	9	construcción 2
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	ESTRUCTURAS 1	12	Tecnología Integrada
1, desarrollo	Tecnología	Obligatoria	ESTRUCTURAS 2	12	ESTRUCTURAS 1
2	Tecnología	Obligatoria	PRACTICA Y DIRECCION DE OBRA	12	previa construcción 3, ESTRUCTURAS 1, instalaciones 1
?	Tecnología	Optativa libre	PROYECTO AVANZADO DE ESTRUCTURAS	9	previa ESTRUCTURAS 2
?	Tecnología	Optativa libre	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN DE OBRA	6	previa construcción 3
1, desarrollo	Transversal	Obligatoria	TRANSVERSAL 4	6	
1, desarrollo	Transversal	Obligatoria	TRANSVERSAL 5	6	

Plan de estudios

Sem.	1.º año						
I	Proyecto 1	Dibujo 1	Introducción a la construcción	Matemática 1			Introducción a la arquitectura contemporánea
	Seminario de técnicas informáticas						
II	Proyecto 2	Dibujo 2	Materiales de construcción	Matemática 2			Teoría y práctica de la arquitectura
2.º año							
III	Proyecto 3		Procedimientos constructivos 1	Estructuras 1	Acondicionamiento térmico		La construcción del mundo moderno
IV	Proyecto 4		Procedimientos constructivos 2	Estructuras 2	Acondicionamiento acústico	Acondicionamiento sanitario	La conformación de la región
3.º año							
V	Proyecto 5		Procedimientos constructivos 3	Estructuras 3	Acondicionamiento eléctrico	Acondicionamiento lumínico	Análisis crítico de la arquitectura contemporánea
VI	Proyecto 6		Procedimientos constructivos 4 - Práctica	Estructuras 4	Energías renovables		Electiva 1
Título intermedio: Asistente de Obra y Estudio							
4.º año							
VII	Proyecto 7			Gestión de proyectos 1	Teoría y práctica del urbanismo	Enfoques y problemas en arquitectura	Electiva 2
VIII	Proyecto 8	Taller de urbanismo		Gestión de proyectos 2		Metodología de la investigación	Gestión ambiental
5.º año							
IX	Proyecto 9			Práctica profesional	Infraestructura urbana		Electiva 3
X	Proyecto fin de carrera				Memoria fin de carrera o Reflexiones arquitectónicas contemporáneas		
Título: Arquitecto							

DURACIÓN: 5 años de cursado.

REQUISITOS DE INGRESO: Bachillerato de Arquitectura o Ingeniería. Bachillerato Diversificado Científico, Opciones Físico-Matemática o Matemática y Diseño. Bachillerato Tecnológico de UTU, orientaciones vinculadas a Arquitectura, Construcción o Ingeniería Civil. Reformulación 2006 de ANEP. Bachillerato Diversificado Científico, Opciones Físico-Matemática o Matemática y Diseño; Bachillerato Diversificado Arte y Expresión, Opción Matemática y Diseño. Bachillerato de cualquier orientación con al menos una materia aprobada de una carrera universitaria y examen de evaluación de conocimientos.

REQUISITOS DE GRADUACIÓN: Examen integrador final, exonerable con un promedio acumulado de calificaciones (PAC) de 60% o superior.

Áreas temáticas:

Diseño Tecnología Ciencias sociales y humanas Electivas

Título intermedio:

Al finalizar el tercer año, nuestros estudiantes obtienen el título intermedio de **Asistente de Obra y Estudio**, que avala su capacitación para desarrollar tareas relacionadas con la profesión, en estudio y obra, lo que les permite comenzar su carrera laboral.

Los estudiantes o graduados de Arquitectura que deseen cursar la Licenciatura en Diseño de Interiores revalidan las materias que están marcadas con la esquina superior derecha recortada.

Detalle de las áreas temáticas:

fa.ort.edu.uy/arquitectura/plan

Nuestro plan de estudios se estructura en tres áreas de conocimiento:

- **Diseño** - Desarrolla las habilidades de creación y representación. Trabaja en ejercitaciones de proyectos de arquitectura.
- **Tecnología** - Transmite los conocimientos técnicos necesarios para que el proyecto arquitectónico se pueda materializar: construcción, estructuras, instalaciones, gestión de obras.
- **Ciencias sociales y humanas** - Incorporan el conocimiento del contexto social y cultural en el que se desarrolla la arquitectura, lo que permite elaborar el argumento teórico que sustenta los proyectos.

Reconocimientos

Arquitectura es una carrera universitaria reconocida por resolución oficial del Ministerio de Educación y Cultura del 9/09/99.

Los títulos de la Universidad ORT Uruguay cumplen estándares internacionales que permiten continuar estudios de maestría y doctorado en universidades de todo el mundo.

Por su calidad académica, de gestión e infraestructura, la carrera de Arquitectura ha sido acreditada desde el año 2009 hasta la fecha por el sistema ARCU-SUR. A través de este reconocimiento se certifica que la carrera y la institución donde se dicta cumplen con los criterios de calidad definidos de común acuerdo por Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Venezuela.

Por más información: fa.ort.edu.uy/acreditacionarquitectura

LISTADO DE INSTITUTOS DE ASISTENCIA TECNICA VIGENTES					
					Reinscriptos a partir del Decreto 73/2007
IAT	Número	Año de Const.	Teléfonos	Fax	Mail
CCU	1	1961	2400 90 66	2400 67 35	habitat@ccu.org.uy
ITAC	5	1995	4586 2326	4586 2326	ltacasesores@adinet.com.uy
CIPAC	11	2008	473-28570	473-32990	sandrachiappa@hotmail.com
TECNOCONSULT	12	1997	29162056 43323095	99336437	cdursi@adinet.com.uy
HACER DESUR	15	1991	2902 88 05	2902 88 05	hacerdesur@gmail.com
INVIPO SRL	16	1992	2908 40 41		invipo@adinet.com.uy
CIAT COOP	25	1998	27070793	99284096	campana2jose@hotmail.com
CEDAS	31	2001	29086328	29086328	iat.cedas@gmail.com
COVIMA	34	1993	24021195	94143784	covima@adinet.com.uy
CATS	36	1996	29153793		teregut@montevideo.com.uy
INATECOVI	58	2002	99627377 - 099615409	262201385	insatmas@hotmail.com
IAT TACUAREMBÓ	60	2004	2916 79 88 / 06323534	2916 79 88	cestoyh@gmail.com
ITACOVÍ SRL	67	1998	27092071	27092071	itacovi@gmail.com
COO.PRO.ASE	68	1998	435 24191	435 24191	claudi70@yahoo.es
CO.ART.	88	1996	44723635	98961066	latcoart@gmail.com
CAEESU	112	1995	26282198	26282198	argmepa@adinte.com.uy
IVIM	114	1996	99668839	24121692	ivim@adinet.com.uy
DESAVI	131	1999	2619 58 28 / 24032528	2916 68 81	aliciariarte@hotmail.com
LABADIE (Clatal)	148	1999	099 531 590	453-22962	hlabadie2@adinet.com.uy
COOPERATIVA SETIEMBRE	165	2000	099 531 590	29150437	gmorresi@icloud.com
CONSULTEC	180	2001	098 801 799	2908 01 35	arquimantaras@hotmail.com
SURGRAF	182	2002	29153793		latsurgraf@gmail.com
COATT	185	2002	4532-8387 / 4245 / 2702	45324251	esdonato@gmail
ASTRUM	200	2003	24012256		institutoastrum@hotmail.com
ITE.CO.VI	204	2004	099 841 689	44 24590	carlos.fabini@gmail.com
DOMUS	207	2006	27085196	27086309	domus.at@gmail.com
IDC	212	2006	24030435		ayc@adinet.com.uy
CITE	214	2002	44380461		cite@adinet.com.uy
AREQUITA	215	2006	44431263		verogoday@gmail.com
ECO	219	2008	2401 17 54	2401 17 54	gysarq@adinet.com.uy
COPROFASI	220	2007	45382728	99952222	coprofasi@yahoo.com
FOCUS	221	2008	473-24195	473-24195	sburutan@adinet.com.uy
AONA YAMANA	223	2007	99598300		interoso10@yahoo.com
SALTO ORIENTAL(COINTSO)	225	2007	473 28982 / 099 741714	473 28982	hhqvazir@adinet.com.uy
CAMINOS	227	2008	473 25193 / 096 750146	473 25330	lizar@adinet.com.uy
CRECER	230	2008	098 561531		alcs1971@adinet.com.uy
TECNICOS UNIDOS	231	2008	47336202		afm.estudiocontable@gmail.com
ICONO SRL	232	2010	24108710		laticono@gmail.com
EDIFICANDO(CIATE)	233	2009	46224741		alicia@carlevaro.com
COPRUNI	234	2010	26196520		latsoriano@gmail.com

INTEGRACIÓN PLURAL	235	2010	2401 4234	2401 4234	integracion.plural@gmail.com
COOP. TRAB. ANDAR	236	2010	2408 05 35	2408 05 35	mujica@montevideo.com.uy
COSERPRO	238	2009	45382758	99971483	coserpro2011@hotmail.com
PUNTA DEL ESTE	240	2010	42443360		arquiestudio.dmf@gmail.com
CET PVS	241	2011	29005098	29085554	cetpvs@gmail.com
COPATNE	243	2011	46427253	46431821	copatne@gmail.com
EFG	245	2011	94458287	27073835	rubenellis@hotmail.com
ARQUITECMA	246	2011	29015180	29015180	gonzaloirazoqui@gmail.com
BICENTENARIO	247	2011	47326256	47328459	coopbicentenario2@gmail.com
COPORFLO PORVENIR	248	2011	99725804	43523937	agustinsacco@gmail.com
IAT PROP VIV COOP	249	2012	22040317	94559417	femat75@yahoo.com
COATHAB	250	2012	27079446	27079446	escribanasilvestri@adinet.com.uy
CASA TREINTA YTRES	252	2012		44522622	jalcasa33@gmail.com
SIGLO XXI PIEDRA ALTA	253	2013	43526601	91331903	gimenabruschi@hotmail.com
COOPASISTO 33	254	2013	99850181		luciagogna@gmail.com
CINACOV	255	2014	29014769	98927294	gabinoliveira@gmail.com
COOP AVANZA MAS IAT	257	2013	24003084 094416868	24003084	stella.forcade@gmail.com
COOPATEL	258	2013	98320819		sperez@dypconsultora.com
INCOSACO	259	2013	98287467		cieronimoibaburu@gmail.com
IAT SINERGIA PROFESIONAL	260	2014	45629873	99571230	iat.sinergia@gmail.com
CO IAT 13 DE MAYO	261	2014	95602913	99732044	iat13demayo@gmail.com
RAICES IAT	262	2014	98851349	98850261	raices.iat@gmail.com
SENSATERRA	263	2015	99399809	98231239	sensaterra15@gmail.com
SEDULUS SRL	264	2016	99404689	98321721	tecnicos.inte@gmail.com
IAT CTP	265	2016	47232275	91350651	instituto.ctp@gmail.com
CONSTRUIMOS FUTURO	266	2015	95022209		iat.cofut@gmail.com
CO-HABITAR	267	2016	92457848	24023482	iat.cohabitar@gmail.com
COPROSIES	268	2016	99073757		yennarias85@hotmail.com
COIAT DURAZNO	269	2015	99964965	99051483	esc.lorenasanchez@gmail.com

GUÍA DE VIVIENDA 2015

**SISTEMA
PÚBLICO
DE VIVIENDA**



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

8ª EDICIÓN

MVOTMA - DINAVI

Informate en: 0800 - 46427 / www.mvotma.gub.uy

Dir.: 25 de Mayo 402 esq. Zabala (Montevideo).

Y en oficinas del MVOTMA en todo el país.

PROGRAMAS DE COOPERATIVAS

Los programas promueven, asesoran y financian a las cooperativas para que accedan a un préstamo para la construcción de viviendas. En el sistema de Ayuda Mutua el aporte es la mano de obra, en el programa de Ahorro Previo los integrantes aportan un 15% de ahorro (7,5% al momento de escriturar y 7,5% con la adjudicación).

Para acceder al préstamo, la cooperativa debe ser asesorada por un Instituto de Asistencia Técnica (IAT), que debe estar habilitado por el MVOTMA. Los IAT habilitados se publican en el sitio web:

mvotma.gub.uy/cooperativas

En esta sección de la web también se pueden encontrar todas las leyes, decretos y resoluciones que regulan el programa. El llamado a cooperativas y posterior sorteo se realiza 2 veces al año.

REQUISITOS

De 10 a 50 socios:

1. Contar con un ingreso líquido máximo de 60 UR* en cada grupo familiar.
2. Los titulares no pueden ser propietarios de una vivienda.
3. Los titulares deben ser mayores de edad.
4. Tener un contrato firmado con un IAT.

*Valor de UR y UI actualizado en www.bhu.gub.uy

EJEMPLO: PARA COOPERATIVA DE AYUDA MUTUA / MVOTMA- DINAVI

Ingreso del hogar en pesos



Hasta 60 UR

Ahorro Previo



Mano de obra

Plazo



25 AÑOS

Interés Anual



5% en UR

EJEMPLO: PARA COOPERATIVA DE AHORRO PREVIO / MVOTMA- DINAVI

Ingreso del hogar en pesos



Hasta 60 UR

Ahorro Previo



7,5% al momento de escriturar

Plazo



25 AÑOS

Interés Anual



5% en UR

MVOTMA - DINAVI

Informate en: 0800 - 46427 / www.mvotma.gub.uy

Dir.: 25 de Mayo 402 esq. Zabala (Montevideo).

Y en oficinas del MVOTMA en todo el país.

COOPERATIVAS CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y/O DE GESTIÓN

Este programa apunta a cooperativas que construyan viviendas nuevas o realicen reciclajes, innoven en las tecnologías tradicionales o utilicen tecnologías alternativas.

Para presentar un Sistema Constructivo No Tradicional, la cooperativa debe obtener el Documento de Aptitud Técnica en la Dirección Nacional de Vivienda (DINAVI).

REQUISITOS

De 10 a 50 socios:

1. Contar con ingreso líquido máximo de 60 UR* por grupo familiar.
2. Los titulares no deben ser propietarios de una vivienda.
3. Los titulares deben ser mayores de edad.
4. Tener un contrato firmado con un IAT.
5. En caso de optar por un Sistema de Construcción No Tradicional se deberá obtener el Documento de Aptitud Técnica solicitado en DINAVI.

EJEMPLO: PARA COOPERATIVA CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA / MVOTMA- DINAVI

Ingreso del Hogar en pesos



Hasta 60 UR

Ahorro Previo



15% u horas de trabajo

Plazo



25 AÑOS

Interés Anual



5% en UR

*Valor de UR y UI actualizado en www.bhu.gub.uy

Reportes HTerm 3.0 de los cerramientos de los Estudios de Caso

Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Hormigón Armado con 2% de ac...	100.0	2400.0	240.0	2.5	1000.0	4.00E-02	240.0	1.52E-12	6.57E+10	1.52E-11	130.0		BDO
Hormigón de cascote (densida...	50.0	1600.0	80.0	0.76	1000.0	6.58E-02	80.0	1.32E-12	3.79E+10	2.64E-11	150.0		BDO
Asfalto	1.2	2100.0	2.52	0.7	1000.0	1.71E-03	2.52	3.96E-15	3.03E+11	3.30E-12	5.00E+04		BDO
Poliestireno expandido EPS (...)	30.0	30.0	0.9	4.00E-02	1450.0	0.75	1.3	3.30E-12	9.09E+09	1.10E-10	60.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ...	268.8				1008.0	0.16			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Acero - Perfil Normalizado "...	80.0	7800.0	624.0	50.0	450.0	1.60E-03	280.8	1.98E-16	4.04E+14	2.48E-15	1.00E+06		
Acero - chapa Econopanel	0.45	7800.0	3.51	50.0	450.0	9.00E-06	1.58	1.98E-16	2.27E+12	4.40E-13	1.00E+06		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Reporte Hterm

Fuera de Norma

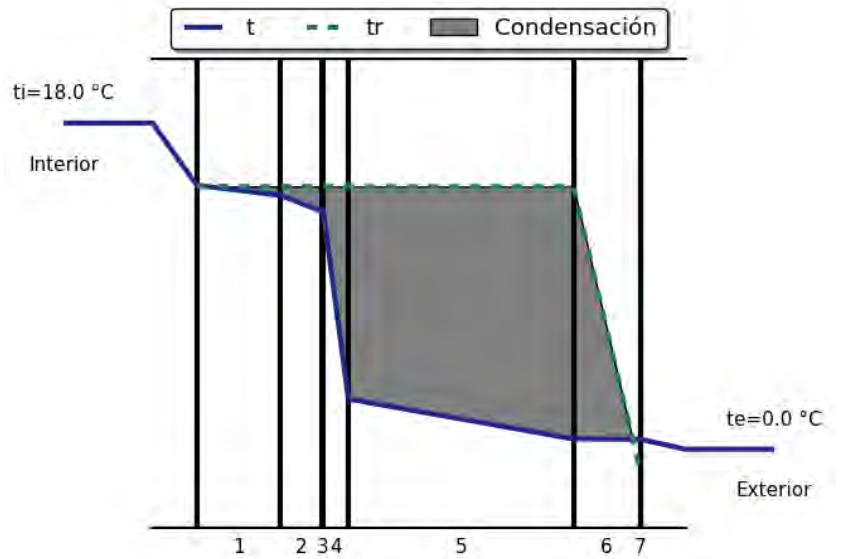
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	14.56	14.5
1-2	14.01	14.5
2-3	13.11	14.5
3-4	13.08	14.49
4-5	2.77	14.49
5-6	0.57	14.49
6-7	0.55	-1.27
7-Ex	0.55	-1.27

Transmitancia Térmica: 0.86 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 950.93 Kg/m²

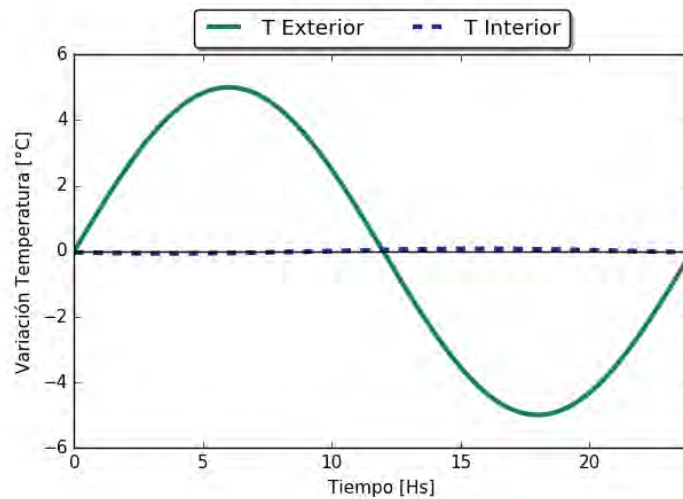
Espesor: 0.53 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.014

Retardo Térmico: 9.78 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Hormigón Armado con 2% de ac...	100.0	2400.0	240.0	2.5	1000.0	4.00E-02	240.0	1.52E-12	6.57E+10	1.52E-11	130.0		BDO
Hormigón de cascote (densida...	50.0	1600.0	80.0	0.76	1000.0	6.58E-02	80.0	1.32E-12	3.79E+10	2.64E-11	150.0		BDO
Ladrillo de campo - pilastra	300.0	1300.0	390.0	0.65	1000.0	0.46	390.0	1.98E-11	1.52E+10	6.60E-11	10.0		
Acero - Perfil Normalizado "...	80.0	7800.0	624.0	50.0	450.0	1.60E-03	280.8	1.98E-16	4.04E+14	2.48E-15	1.00E+06		
Acero - chapa Econopanel	0.45	7800.0	3.51	50.0	450.0	9.00E-06	1.58	1.98E-16	2.27E+12	4.40E-13	1.00E+06		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

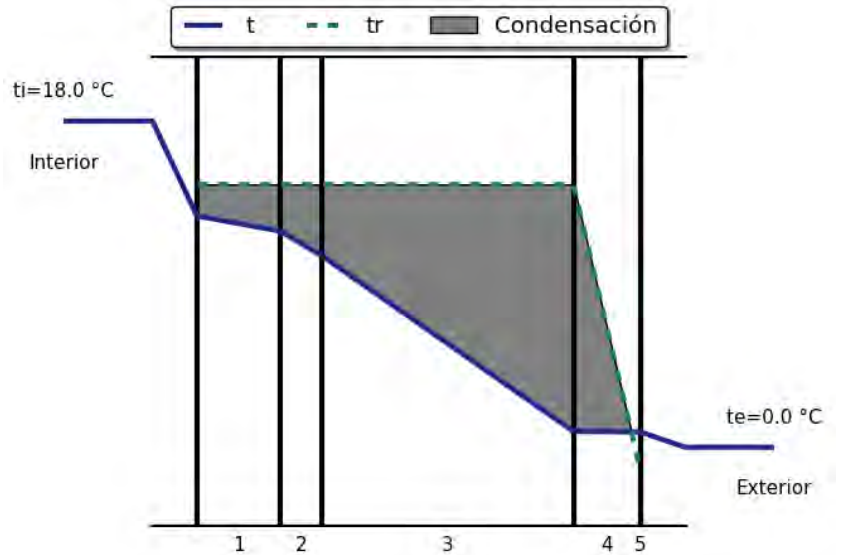
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	12.76	14.5
1-2	11.92	14.5
2-3	10.54	14.5
3-4	0.87	14.5
4-5	0.84	-1.27
5-Ex	0.84	-1.27

Transmitancia Térmica: 1.41 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 1337.51 Kg/m²

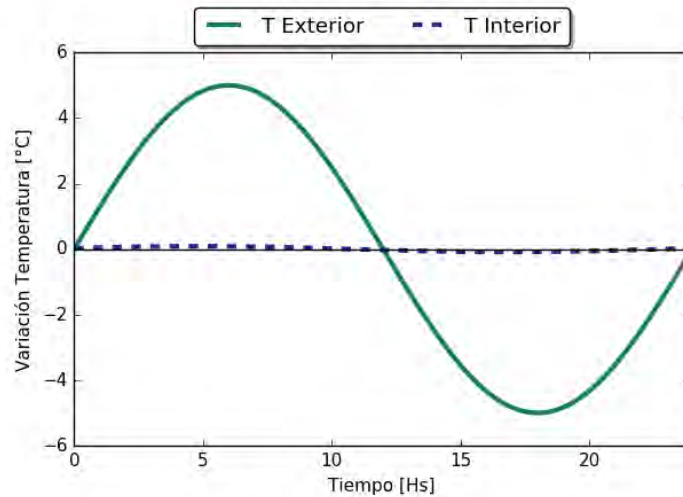
Espesor: 0.53 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.018

Retardo Térmico: 22.86 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Hormigón Armado con 2% de ac	130.0	2400.0	312.0	2.5	1000.0	5.20E-02	312.0	1.52E-12	8.54E+10	1.17E-11	130.0		BDO
Hormigón de cascote (densida..	50.0	1600.0	80.0	0.76	1000.0	6.58E-02	80.0	1.32E-12	3.79E+10	2.64E-11	150.0		BDO
Asfalto	0.2	2100.0	0.42	0.7	1000.0	2.86E-04	0.42	3.96E-15	5.05E+10	1.98E-11	5.00E+04		BDO
Asfalto - membrana	4.0	2100.0	8.4	0.7	1000.0	5.71E-03	8.4	3.96E-15	1.01E+12	9.90E-13	5.00E+04		
Lámina de aluminio (0,05 mm)	5.00E-02	2800.0	0.14		880.0	0.00E+00	0.12		7.58E+12	1.32E-13		1500.0	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

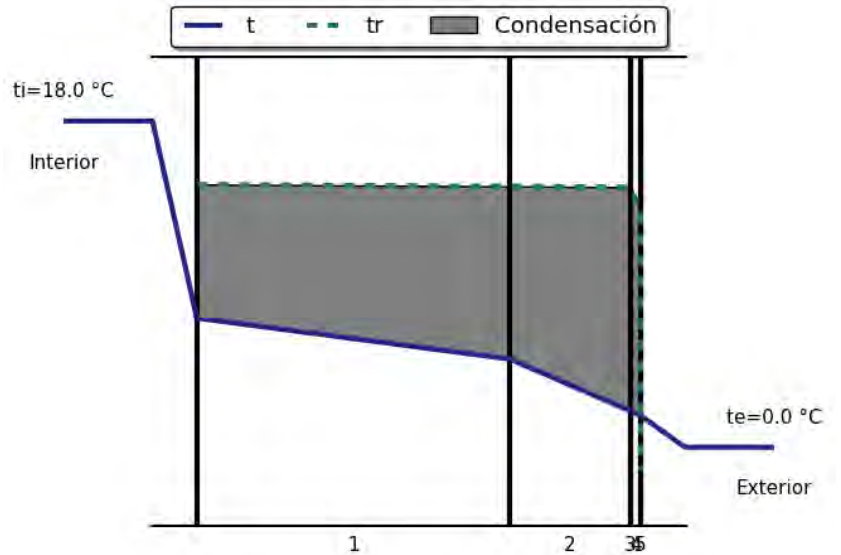
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	7.12	14.5
1-2	4.86	14.4
2-3	2.0	14.35
3-4	1.99	14.29
4-5	1.74	13.05
5-Ex	1.74	-1.27

Transmitancia Térmica: 3.79 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 400.96 Kg/m²

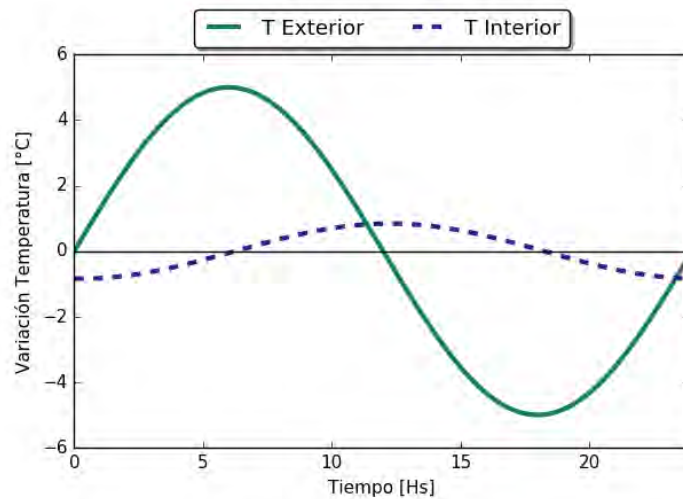
Espesor: 0.184 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.168

Retardo Térmico: 6.25 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Cal y arena	20.0	1600.0	32.0	0.8	1000.0	2.50E-02	32.0	1.98E-11	1.01E+09	9.90E-10	10.0		BDO
Ticholo 6 huecos (12 x 17 x ..	120.0	1900.0	118.5		1000.0	0.22	118.5	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Hormigón con otros agregados..	160.0	1250.0	200.0	0.4	1000.0	0.4	200.0	1.32E-11	1.21E+10	8.25E-11	15.0		BDO
Asfalto	2.0	2100.0	4.2	0.7	1000.0	2.86E-03	4.2	3.96E-15	5.05E+11	1.98E-12	5.00E+04		BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

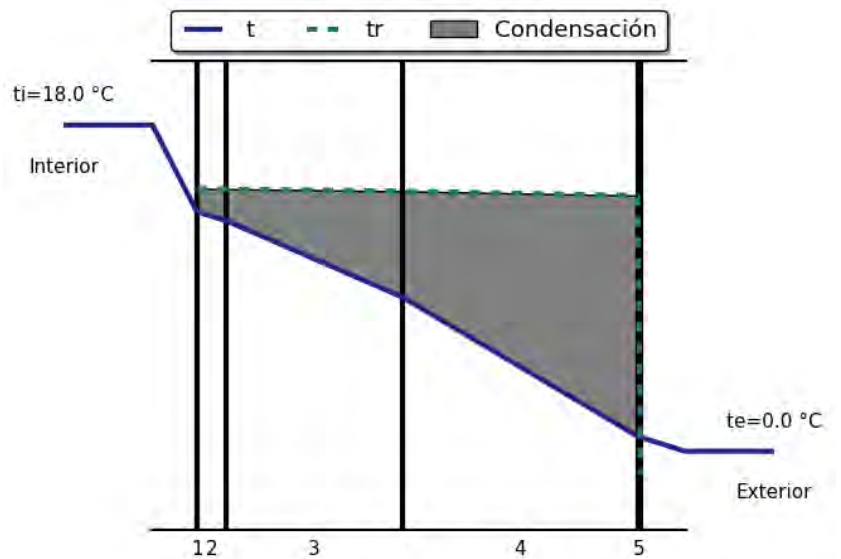
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	13.2	14.5
1-2	13.2	14.49
2-3	12.72	14.47
3-4	8.5	14.35
4-5	0.82	14.11
5-Ex	0.77	-1.27

Transmitancia Térmica: 1.27 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 354.7 Kg/m²

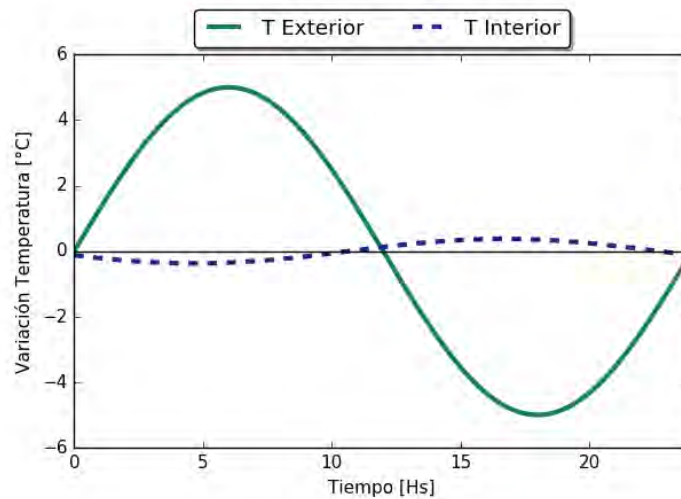
Espesor: 0.302 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.075

Retardo Térmico: 10.69 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Cal y arena	20.0	1600.0	32.0	0.8	1000.0	2.50E-02	32.0	1.98E-11	1.01E+09	9.90E-10	10.0		BDO
Hierro fundición	10.0	7500.0	75.0	50.0	450.0	2.00E-04	33.75	1.98E-16	5.05E+13	1.98E-14	1.00E+06		BDO
Ticholo 6 huecos (12 x 17 x ..	120.0	1900.0	118.5		1000.0	0.22	118.5	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Hormigón con otros agregados..	160.0	1250.0	200.0	0.4	1000.0	0.4	200.0	1.32E-11	1.21E+10	8.25E-11	15.0		BDO
Asfalto	2.0	2100.0	4.2	0.7	1000.0	2.86E-03	4.2	3.96E-15	5.05E+11	1.98E-12	5.00E+04		BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

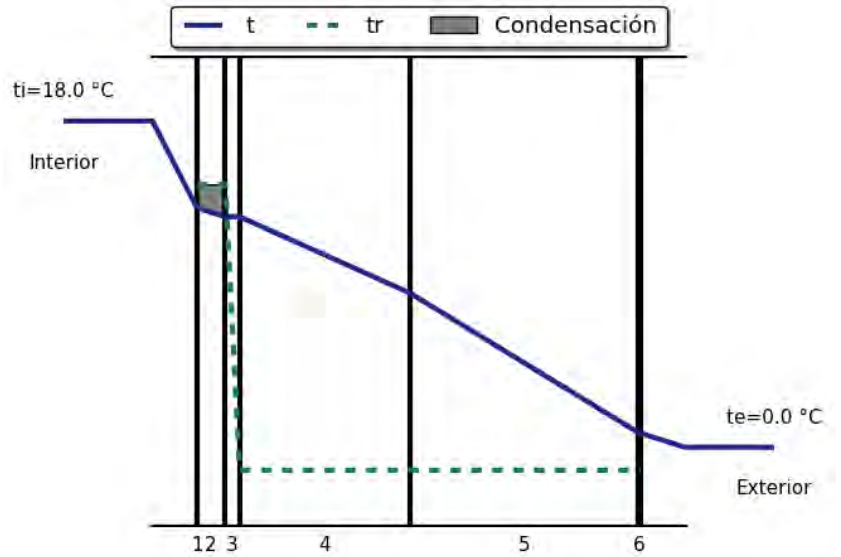
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	13.2	14.5
1-2	13.2	14.5
2-3	12.72	14.5
3-4	12.72	-1.27
4-5	8.5	-1.27
5-6	0.82	-1.27
6-Ex	0.77	-1.27

Transmitancia Térmica: 1.27 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 429.7 Kg/m²

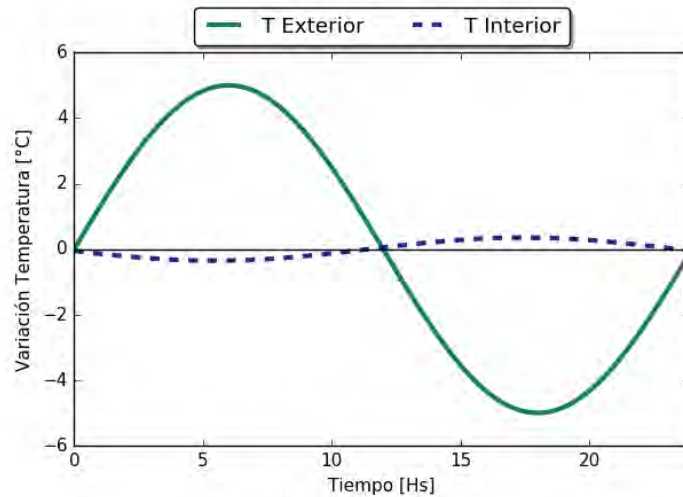
Espesor: 0.312 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.071

Retardo Térmico: 11.44 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Placa de yeso (densidad 700)	12.0	700.0	8.4	0.21	1000.0	5.71E-02	8.4	1.98E-11	6.06E+08	1.65E-09	10.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.17	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
Hormigón Armado con 1% de ac	200.0	2300.0	460.0	2.3	1000.0	8.70E-02	460.0	1.52E-12	1.31E+11	7.62E-12	130.0		BDO
Hormigón Densidad media (den..	50.0	2200.0	110.0	1.65	1000.0	3.03E-02	110.0	1.65E-12	3.03E+10	3.30E-11	120.0		BDO
Hormigón de cascote (densida..	60.0	1600.0	96.0	0.76	1000.0	7.89E-02	96.0	1.32E-12	4.55E+10	2.20E-11	150.0		BDO
Asfalto	9.0	2100.0	18.9	0.7	1000.0	1.29E-02	18.9	3.96E-15	2.27E+12	4.40E-13	5.00E+04		BDO
Mortero de toma	20.0	1600.0	32.0	0.8	1000.0	2.50E-02	32.0	1.98E-11	1.01E+09	9.90E-10	10.0		
Ceramica	8.0	2000.0	16.0	1.0	800.0	8.00E-03	12.8	4.95E-12	1.62E+09	6.19E-10	40.0		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Reporte Hterm

Zona C
Fuera de Norma

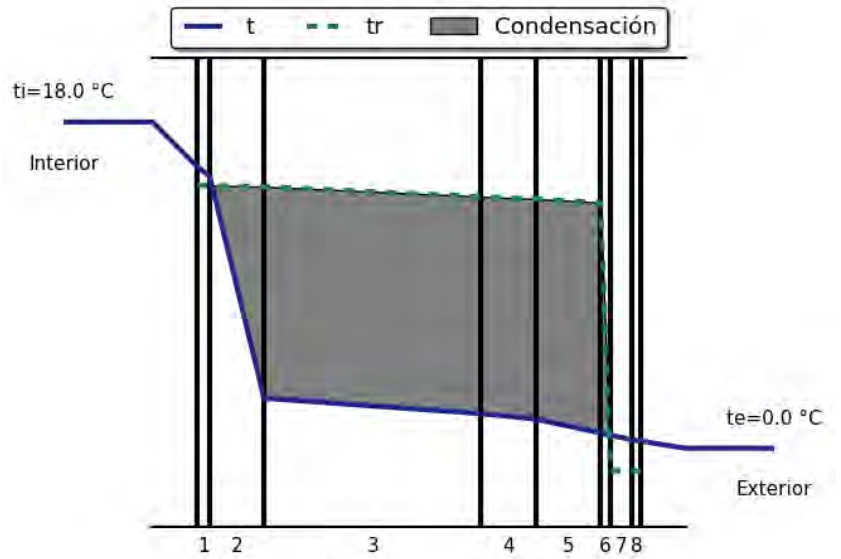
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.55	14.5
1-2	14.99	14.5
2-3	2.76	14.43
3-4	1.91	13.88
4-5	1.61	13.75
5-6	0.84	13.55
6-7	0.71	-1.25
7-8	0.47	-1.26
8-Ex	0.39	-1.27

Transmitancia Térmica: 0.59 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 742.8 Kg/m²

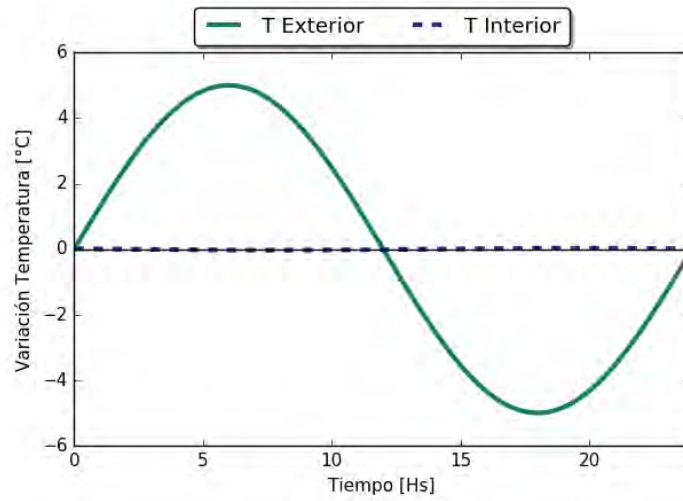
Espesor: 0.409 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.006

Retardo Térmico: 13.62 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Placa de yeso (densidad 700)	12.0	700.0	8.4	0.21	1000.0	5.71E-02	8.4	1.98E-11	6.06E+08	1.65E-09	10.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.17	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
Hormigón Armado con 1% de ac	50.0	2300.0	115.0	2.3	1000.0	2.17E-02	115.0	1.52E-12	3.28E+10	3.05E-11	130.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ..	100.0				1008.0	0.16			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Hormigón Armado con 1% de ac	50.0	2300.0	115.0	2.3	1000.0	2.17E-02	115.0	1.52E-12	3.28E+10	3.05E-11	130.0		BDO
Hormigón Densidad media (den..	50.0	2200.0	110.0	1.65	1000.0	3.03E-02	110.0	1.65E-12	3.03E+10	3.30E-11	120.0		BDO
Hormigón de cascote (densida..	60.0	1600.0	96.0	0.76	1000.0	7.89E-02	96.0	1.32E-12	4.55E+10	2.20E-11	150.0		BDO
Asfalto	9.0	2100.0	18.9	0.7	1000.0	1.29E-02	18.9	3.96E-15	2.27E+12	4.40E-13	5.00E+04		BDO
Mortero de toma	20.0	1600.0	32.0	0.8	1000.0	2.50E-02	32.0	1.98E-11	1.01E+09	9.90E-10	10.0		
Ceramica	8.0	2000.0	16.0	1.0	800.0	8.00E-03	12.8	4.95E-12	1.62E+09	6.19E-10	40.0		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Reporte Hterm

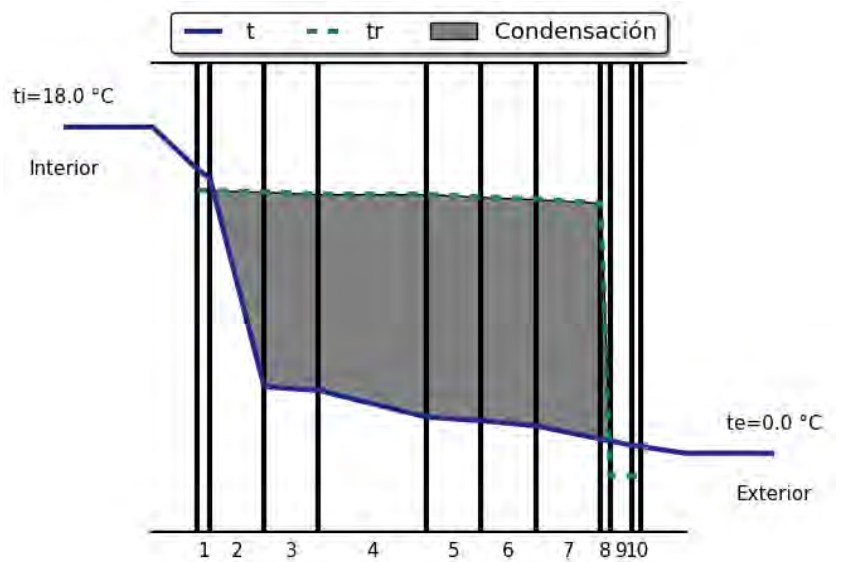
Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.7	14.5
1-2	15.17	14.5
2-3	3.67	14.43
3-4	3.47	14.29
4-5	2.0	14.29
5-6	1.8	14.15
6-7	1.52	14.02
7-8	0.79	13.82
8-9	0.67	-1.25
9-10	0.44	-1.26
10-Ex	0.37	-1.27



Transmitancia Térmica: 0.55 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

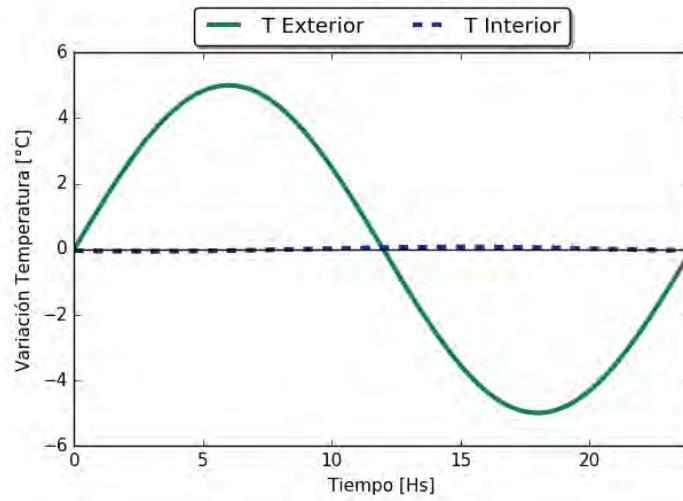
Masa: 512.8 Kg/m²

Espesor: 0.409 m

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.013

Retardo Térmico: 8.97 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura a la cal	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00		1.0	0.00E+00	0.00E+00	6.60E-11	1.52E+04	6.60E-05	3.0		
Ladrillo de campo	120.0	1300.0	156.0	0.65	1000.0	0.18	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Cemento y arena	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	1.98E-11	5.05E+08	1.98E-09	10.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	20.0	30.0	0.6	4.00E-02	1450.0	0.5	0.87	3.30E-12	6.06E+09	1.65E-10	60.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ..	30.0				1008.0	0.18			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Ladrillo de campo expuesto a..	120.0	1300.0	156.0	0.79	1000.0	0.15	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		
Revoque (densidad 2100)	25.0	2100.0	52.5	1.4	1000.0	1.79E-02	52.5	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Pintura exterior	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Reporte Hterm

Zona C
Fuera de Norma

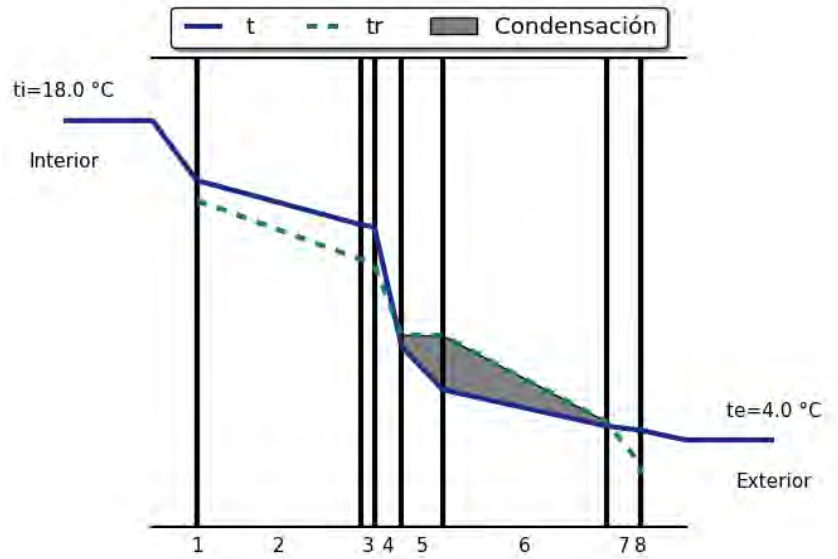
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.38	14.5
1-2	15.38	14.5
2-3	13.44	11.92
3-4	13.34	11.69
4-5	8.09	8.61
5-6	6.2	8.58
6-7	4.61	4.79
7-8	4.42	2.92
8-Ex	4.42	2.51

Transmitancia Térmica: 0.82 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 383.1 Kg/m²

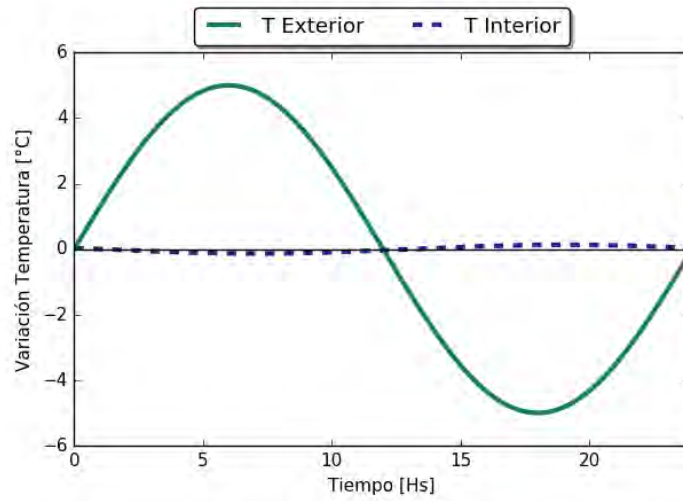
Espesor: 0.325 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.027

Retardo Térmico: 13.05 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 1800)	25.0	1800.0	45.0	1.0	1000.0	2.50E-02	45.0	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Ticholo 8 huecos (12 x 25 x ..	120.0	1900.0	102.6		1000.0	0.26	102.6	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Cemento y arena	15.0	1800.0	27.0	1.0	1000.0	1.50E-02	27.0	1.98E-11	7.58E+08	1.32E-09	10.0		BDO
Ticholo 8 huecos (12 x 25 x ..	120.0	1900.0	102.6		1000.0	0.26	102.6	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Revoque (densidad 2100)	25.0	2100.0	52.5	1.4	1000.0	1.79E-02	52.5	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Zona C

Reporte Hterm

Fuera de Norma

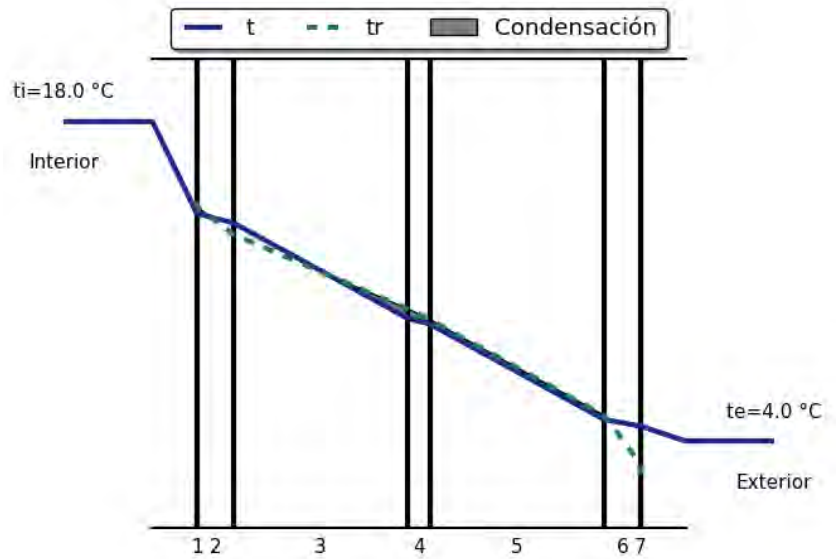
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	13.97	14.5
1-2	13.97	14.27
2-3	13.56	13.06
3-4	9.37	9.78
4-5	9.13	9.32
5-6	4.93	5.11
6-7	4.65	2.98
7-Ex	4.65	2.51

Transmitancia Térmica: 1.34 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 329.7 Kg/m²

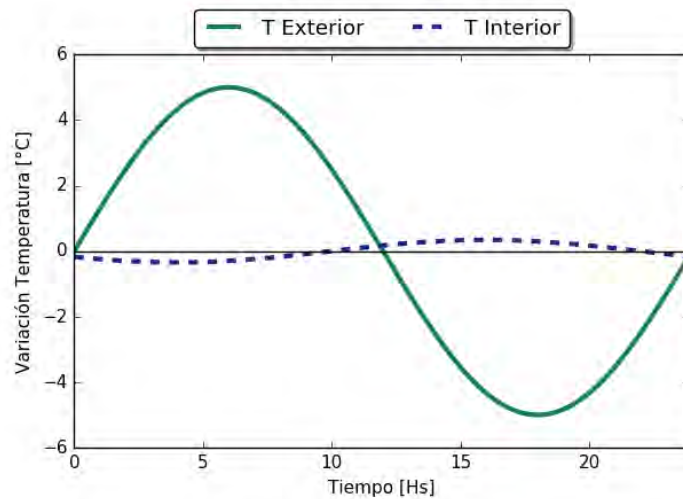
Espesor: 0.305 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.069

Retardo Térmico: 9.99 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 1800)	25.0	1800.0	45.0	1.0	1000.0	2.50E-02	45.0	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Ladrillo de campo	120.0	1300.0	156.0	0.65	1000.0	0.18	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Revoque (densidad 2100)	25.0	2100.0	52.5	1.4	1000.0	1.79E-02	52.5	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

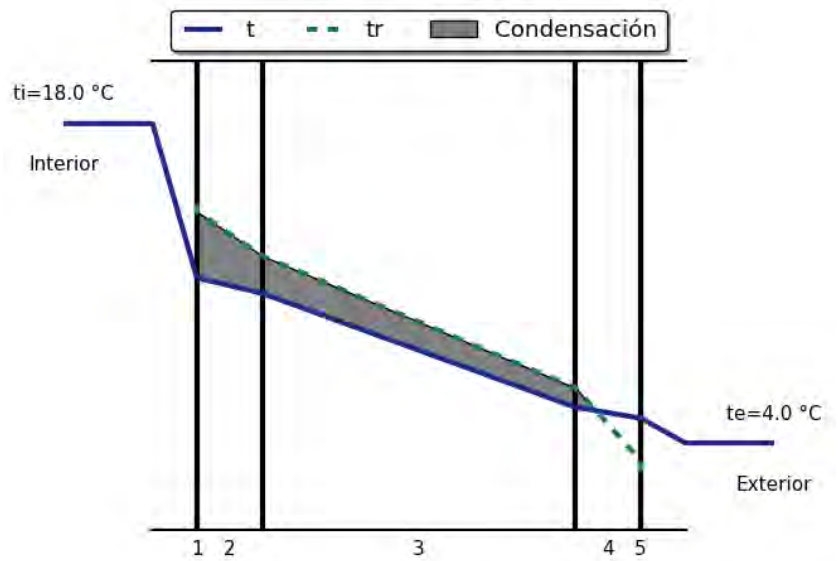
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	11.24	14.5
1-2	11.24	14.14
2-3	10.56	12.2
3-4	5.57	6.41
4-5	5.08	3.23
5-Ex	5.08	2.51

Transmitancia Térmica: 2.52 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 253.5 Kg/m²

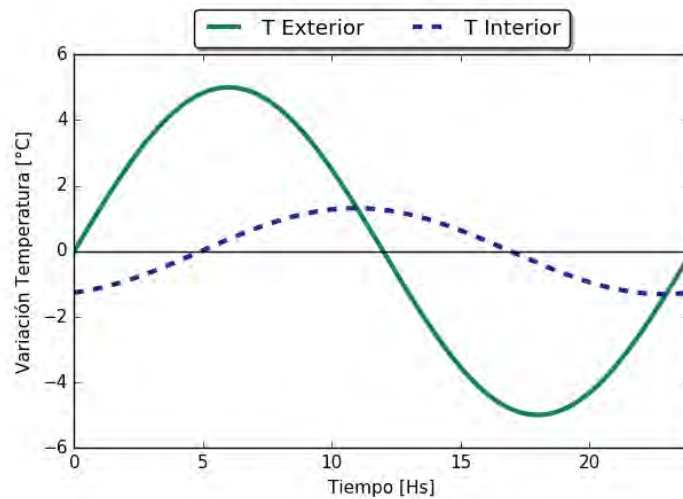
Espesor: 0.17 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.262

Retardo Térmico: 4.93 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 1800)	25.0	1800.0	45.0	1.0	1000.0	2.50E-02	45.0	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Ladrillo de campo	120.0	1300.0	156.0	0.65	1000.0	0.18	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	30.0	30.0	0.9	4.00E-02	1450.0	0.75	1.3	3.30E-12	9.09E+09	1.10E-10	60.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ..	15.0				1008.0	0.18			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	BDO
Ladrillo de campo	120.0	1300.0	156.0	0.65	1000.0	0.18	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Revoque (densidad 2100)	25.0	2100.0	52.5	1.4	1000.0	1.79E-02	52.5	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Reporte Hterm

Zona C
Fuera de Norma

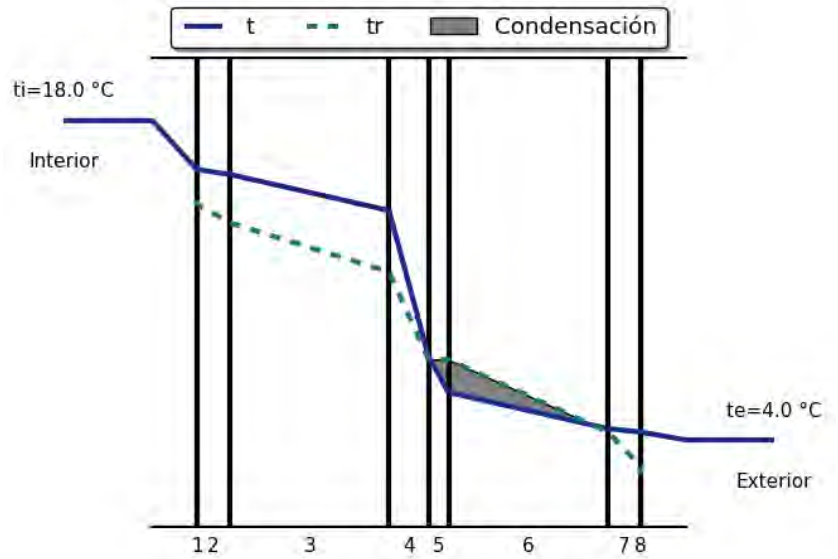
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.86	14.5
1-2	15.86	14.34
2-3	15.64	13.52
3-4	14.06	11.37
4-5	7.62	7.54
5-6	6.08	7.51
6-7	4.5	4.36
7-8	4.34	2.83
8-Ex	4.34	2.51

Transmitancia Térmica: 0.66 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 410.4 Kg/m²

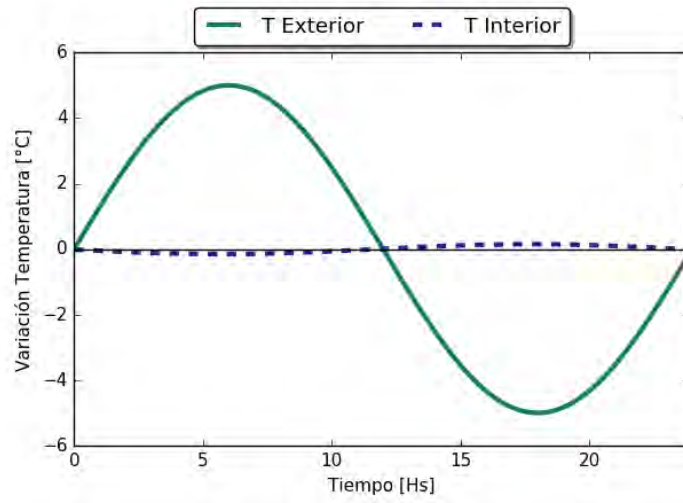
Espesor: 0.335 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.03

Retardo Térmico: 11.69 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 1800)	25.0	1800.0	45.0	1.0	1000.0	2.50E-02	45.0	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Ladrillo de campo	250.0	1300.0	325.0	0.65	1000.0	0.38	325.0	1.98E-11	1.26E+10	7.92E-11	10.0		BDO
Revoque (densidad 2100)	25.0	2100.0	52.5	1.4	1000.0	1.79E-02	52.5	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Zona C

Fuera de Norma

Reporte Hterm

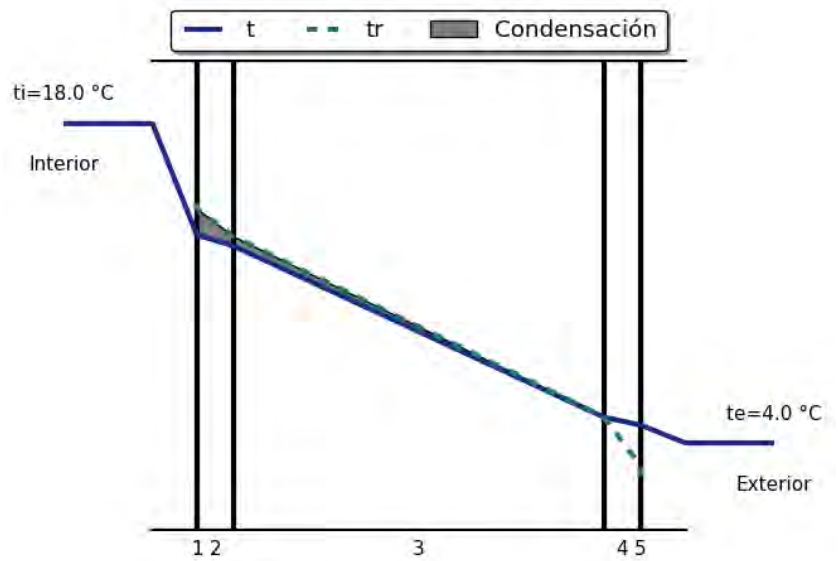
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	13.12	14.5
1-2	13.12	14.27
2-3	12.63	13.04
3-4	5.13	5.14
4-5	4.78	2.98
5-Ex	4.78	2.51

Transmitancia Térmica: 1.67 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 422.5 Kg/m²

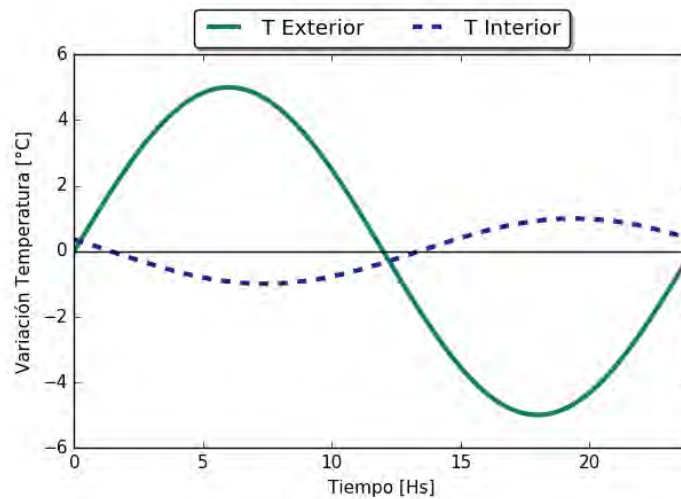
Espesor: 0.3 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.199

Retardo Térmico: 13.41 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Placa de yeso (densidad 700)	12.5	700.0	8.75	0.21	1000.0	5.95E-02	8.75	1.98E-11	6.31E+08	1.58E-09	10.0		BDO
Lámina de polietileno (0,15 ..	0.15	950.0	0.14		2000.0	0.00E+00	0.28		2.53E+11	3.96E-12		50.0	BDO
Cámara de aire no ventilada ..	70.0				1008.0	0.18			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	
Bloque vibrado 12cm	120.0	1333.33	160.0		666.67	0.16	106.67	3.22E-11	3.73E+09	2.68E-10	6.15		
Asfalto	0.6	2100.0	1.26	0.7	1000.0	8.57E-04	1.26	3.96E-15	1.52E+11	6.60E-12	5.00E+04		BDO
Cemento y arena	5.0	1800.0	9.0	1.0	1000.0	5.00E-03	9.0	1.98E-11	2.53E+08	3.96E-09	10.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.17	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
Cemento y arena	5.0	1800.0	9.0	1.0	1000.0	5.00E-03	9.0	1.98E-11	2.53E+08	3.96E-09	10.0		BDO
Pintura - emulsión	0.6	1000.0	0.6		1.0	0.00E+00	6.00E-04		5.05E+08	1.98E-09		0.1	

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Reporte Hterm

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Zona C

Fuera de Norma

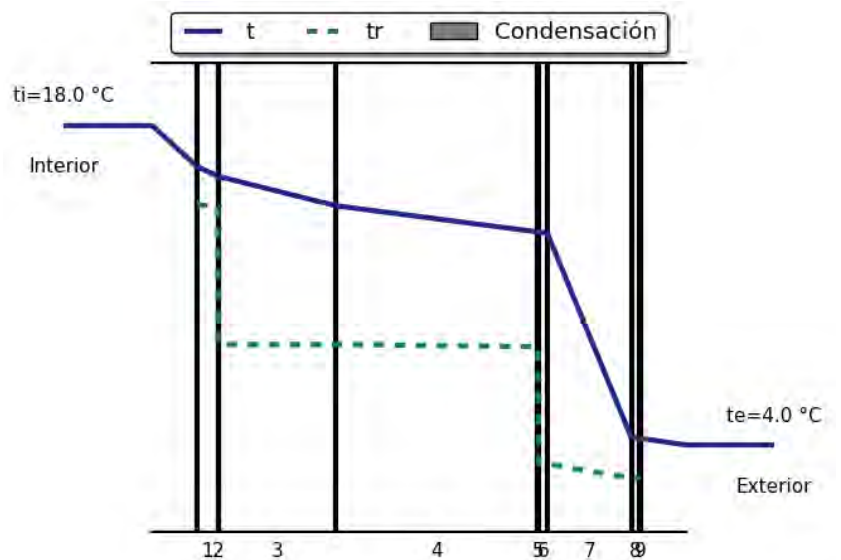
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	16.21	14.5
1-2	15.78	14.49
2-3	15.78	8.41
3-4	14.49	8.41
4-5	13.34	8.3
5-6	13.33	3.17
6-7	13.3	3.16
7-8	4.32	2.54
8-9	4.29	2.53
9-Ex	4.29	2.51

Transmitancia Térmica: 0.55 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 190.25 Kg/m²

Espesor: 0.264 m

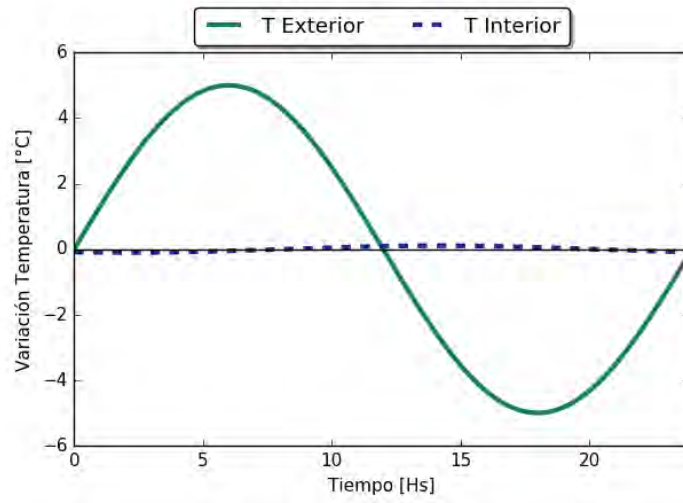


Reporte Hterm

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.021

Retardo Térmico: 8.12 Hs



CÁLCULOS DEL PERFIL TERMO-ENERGÉTICO

Datos necesarios para los cálculos:

TEMPERATURA RIGUROSA DE VERANO E INVIERNO (procedimiento según AT GUIÓN I – p.15; valores del clima en tabla de “Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío”, p. 27 repartido AT01)

SÍMBOLOS

Temperatura (°C):

t_x

: temp. máx. abs.

t_{xm}

: temp. máx. med.

t_m

: temp. med.

t_{xm}

: temp. mín. med.

t_n

: temp. mín. abs.

A

: amplitud media

HR (humedad relativa):

prom

: promedio (%)

Viento:

v

: velocidad (km/h)

dir

: dirección más frecuente

Lluvia:

prom:

promedio de lluvia (mm)

Nubosidad:

prom

: promedio en décimos de cielo cubierto

a

: días de nub. 0,0 a 3,5

b

: días de nub. 3,6 a 7,0

c

: días de nub. 7,1 a 10,0

CIUDAD	MES	TEMPERATURAS						HR prom	VIENTO		LLUVIA prom	NUBOSIDAD			
		t_x	t_{xm}	t_m	t_{xm}	t_n	A		dir	v		prom	prom	a	b
ARTIGAS	ene.	40,9	32,6	26,6	18,7	8,2	13,9	61	SE	9	115	4,4	14	10	7
	jul.	29,5	18,9	13,6	7,9	-4,0	11,0	78	SE	9	82	4,6	13	7	11
COLONIA	ene.	38,2	27,9	24,3	19,2	10,7	8,7	66	SE	26	103	5,6	8	12	11
	jul.	26,7	14,8	11,9	8,6	-0,5	6,2	78	NE	26	64	6,7	6	10	15
MELO	ene.	43,0	31,1	24,3	16,8	6,0	14,3	63	SE	16	91	5,1	11	11	9
	jul.	27,6	17,2	11,9	6,4	-6,4	10,8	79	SE	14	98	5,6	10	9	12
MERCED.	ene.	42,8	31,8	26,0	18,2	5,0	13,6	58	NE	14	98	5,0	11	11	9
	jul.	28,0	17,0	11,9	6,7	-5,8	10,3	78	NE	13	48	5,5	9	11	11
MINAS	ene.	42,0	30,2	24,0	17,0	7,1	13,2	62	NE	11	99	4,8	12	10	9
	jul.	27,0	15,9	11,2	6,9	-3,4	9,0	77	SO	10	90	6,2	7	10	14
MONTEV.	ene.	42,8	28,5	22,5	16,8	7,6	11,7	67	ESE	17	77	4,7	13	11	7
	jul.	28,5	14,8	10,5	6,5	-5,0	8,3	81	NE	15	67	6,2	8	9	14
PAYSAN.	ene.	44,0	31,7	25,9	17,2	7,8	14,5	59	E	9	127	4,6	12	10	9
	jul.	27,2	17,0	11,9	6,1	-6,6	10,9	78	N	10	54	5,3	11	10	10
P ^a del ESTE	ene.	36,7	24,9	21,5	17,8	10,6	7,1	73	NE	24	78	5,2	10	11	10
	jul.	25,8	14,3	11,4	8,6	0,4	5,7	81	N	25	65	6,5	6	10	15
RIVERA	ene.	40,4	31,3	25,0	18,0	6,0	13,3	62	E	9	130	4,4	11	13	7
	jul.	29,0	17,4	12,5	6,9	-4,8	10,5	76	S	9	111	4,4	12	11	8
ROCHA	ene.	41,5	27,7	22,1	15,7	5,3	12,0	70	NE	17	90	5,1	10	11	10
	jul.	27,4	15,5	10,7	6,3	-5,6	9,2	82	NNE	13	67	5,8	8	11	12
SALTO	ene.	42,0	31,8	26,2	18,2	8,3	13,6	56	NE	13	116	3,5	18	10	3
	jul.	29,0	17,4	12,5	7,1	-4,8	10,3	73	NE	14	58	4,1	16	9	6
S. JOSE	ene.	43,0	30,9	24,5	17,1	8,2	13,8	60	SE	14	138	4,6	10	15	6
	jul.	27,0	15,6	10,9	6,1	-4,6	9,5	76	NE	13	80	5,4	9	12	10
TACUAR.	ene.	42,8	30,9	24,9	17,5	8,3	13,4	61	E	13	112	4,7	12	11	8
	jul.	27,8	16,4	11,5	6,5	-5,0	9,9	82	NE	12	66	5,4	9	10	12
T. TRES	ene.	41,1	30,4	24,4	16,2	5,0	14,2	59	E	12	99	5,1	10	11	10
	jul.	28,0	16,8	11,7	6,6	-4,0	10,2	78	O	10	78	5,4	10	11	10

Tabla 19: Datos del clima del Uruguay para el mes más caluroso y el mes más frío

Fuente: Repartido AT01 – P. 27 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf>

Temperatura rigurosa de verano T'_{xm} (máxima)

$$T'_{xm} = t_{xm} + 0.297 (t_x - t_{xm})$$

$$T'_{xm} = 28.5^{\circ}\text{C} + 0.297 (42.8^{\circ}\text{C} - 28.5^{\circ}\text{C})$$

$$T'_{xm} = 32.75^{\circ}\text{C}$$

Temperatura rigurosa de invierno T'_{nm} (mínima)

$$T'_{nm} = t_{nm} - 0.413 (t_{nm} - t_n)$$

$$T'_{nm} = 6.5^{\circ}\text{C} - 0.413 [6.5^{\circ}\text{C} - (-5.0^{\circ}\text{C})]$$

$$T'_{nm} = 1.75^{\circ}\text{C}$$

Hora en que se produce T_{qx} (tabla de repartido web, p. 36) – hora solar

PH	: 12:00 h	NO	: 15:00 h	SE	: 8:00 h
N	: 12:50 h	E	: 8:00 h	SO	: 16:00 h
NE	: 9:50 h	O	: 16:00 h	S	: 17:50 h

Tabla 20: Tabla de hora solar en que se produce t_{qx}

Fuente: Repartido AT02 – P. 36 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf>

RADIACION SOLAR GLOBAL I_g (procedimiento según AT GUIÓN I – p.46; tabla para cielo claro y latitud $34^{\circ}50'$ de valores máximos y medios, en Repartido AT01 – p. 19; y tabla para el 22 de diciembre, para cielo claro y latitud $34^{\circ}50'$ según la hora solar, en Repartido AT01 – p. 20)

$\phi = 34^{\circ} 50'$ CIELO CLARO				ORIENTACIÓN DEL PLANO RECEPTOR					
				N	NE-NO	E-O	SE-SO	S	HORIZ.
22 DICIEMBRE	I_g DENSIDAD DE FLUJO W/m^2	MAX.		243	492	717	589	188	1062
		MED.		57	117	151	114	53	367
	Q_g TOTAL DIARIO DE ENERGÍA Wh/m^2			1375	2805	3620	2734	1275	8821
21 MARZO 23 SETIEMBRE	I_g DENSIDAD DE FLUJO W/m^2	MAX.		566	686	642	322	44	839
		MED.		167	154	114	48	17	249
	Q_g TOTAL DIARIO DE ENERGÍA Wh/m^2			4004	3689	2726	1148	411	5986
22 JUNIO	I_g DENSIDAD DE FLUJO W/m^2	MAX.		680	634	396	67	37	471
		MED.		182	134	57	13	11	112
	Q_g TOTAL DIARIO DE ENERGÍA Wh/m^2			4371	3205	1371	306	261	2684

Tabla 21: Tabla de radiación solar global I_g máxima y mínima

Fuente: Repartido AT01 – P. 19 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf>

22 DICIEMBRE			34° 50' S						CIELO CLARO		
ORIENTACIÓN			N	NE	NO	E	O	SE	SO	S	HORIZ.
hora de salida del sol para el plano			8,57	4,83	11,22	4,83	12,00	4,83	12,78	4,83	4,83
5	Idir	0	28	0	83	0	89	0	43	3	
	Iar	5	5	5	7	5	7	5	6	9	
6	Idir	0	204	0	447	0	429	0	159	111	
	Iar	24	30	24	38	24	37	24	29	52	
7	Idir	0	348	0	627	0	539	0	135	299	
	Iar	35	46	35	54	35	52	35	39	80	
8	Idir	0	427	0	658	0	503	0	54	500	
	Iar	41	54	41	61	41	56	41	43	98	
9	Idir	39	435	0	577	0	380	0	0	675	
	Iar	46	58	44	62	44	56	44	44	109	
10	Idir	117	383	0	424	0	217	0	0	812	
	Iar	50	58	46	59	46	53	46	46	117	
11	Idir	170	280	0	225	0	39	0	0	906	
	Iar	53	56	47	54	47	49	47	47	122	
12	Idir	189	134	134	0	0	0	0	0	940	
	Iar	54	52	52	48	48	48	48	48	124	
13	Idir	170	0	280	0	225	0	39	0	906	
	Iar	53	47	56	47	54	47	49	47	122	
14	Idir	117	0	383	0	424	0	217	0	812	
	Iar	50	46	58	46	59	46	53	46	117	
15	Idir	39	0	435	0	577	0	380	0	675	
	Iar	46	44	58	44	62	44	56	44	109	
16	Idir	0	0	427	0	658	0	503	54	500	
	Iar	41	41	54	41	61	41	56	43	98	
17	Idir	0	0	348	0	627	0	539	135	299	
	Iar	35	35	46	35	54	35	52	39	80	
18	Idir	0	0	204	0	447	0	429	159	111	
	Iar	24	24	30	24	38	24	37	29	52	
19	Idir	0	0	28	0	83	0	89	43	3	
	Iar	5	5	5	5	7	5	7	6	9	
hora de puesta del sol para el plano			15,43	12,78	19,17	12,00	19,17	11,22	19,17	8,57	19,17

Tabla 22: Tabla de radiación solar global Ig según hora solar

Fuente: Repartido AT01 – P. 20 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-01.pdf>

Siendo $I_g = I_{dir} + I_{dif}$

$$I_{gN-12HS} = 189W/m^2 + 54W/m^2 \Rightarrow I_{gN-12HS} = 243W/m^2$$

$$I_{gE-8HS} = 658W/m^2 + 61W/m^2 \Rightarrow I_{gE-8HS} = 719W/m^2$$

$$I_{gO-16HS} = 658W/m^2 + 61W/m^2 \Rightarrow I_{gO-16HS} = 719W/m^2$$

$$I_{gS-18HS} = 159W/m^2 + 29W/m^2 \Rightarrow I_{gS-18HS} = 188W/m^2$$

$$I_{gPH-12HS} = 940W/m^2 + 124W/m^2 \Rightarrow I_{gPH-12HS} = 1064W/m^2$$

Nota: nótese que la sumatoria de la $I_{dir}+I_{dif}$ correspondiente a los máximos de los planos, datos provistos en la tabla 9, lógicamente se corresponden con los máximos de densidad de flujo detallados en la tabla 8.

VALORES HORARIOS DE LA TEMPERATURA RIGUOSA DEL AIRE EXTERIOR

PARA VERANO							PARA INVIERNO						
•	F_t	•	F_t	•	F_t	•	F_t	•	F_t	•	F_t	•	F_t
1	0,157	7	0,133	13	0,990	19	0,530	1	0,129	7	0	13	0,962
2	0,114	8	0,373	14	1	20	0,428	2	0,095	8	0,060	14	1
3	0,072	9	0,578	15	0,982	21	0,349	3	0,060	9	0,310	15	0,979
4	0,030	10	0,753	16	0,940	22	0,295	4	0,036	10	0,560	16	0,897
5	0	11	0,880	17	0,855	23	0,241	5	0,017	11	0,741	17	0,721
6	0,006	12	0,964	18	0,735	24	0,205	6	0,002	12	0,879	18	0,534

Tabla 23: Tabla de horarios de la temperatura rigurosa del aire exterior

Fuente: Repartido AT02 – P. 35 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/condicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf>

ABSORTANCIA (Tabla 8 – valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores – P. 23)

Tabla 8 - Valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores

Materiales		Coeficiente de absorción	
Ladrillo común		0,7	
Ladrillos negros oscuros		0,75 a 0,85	
Ladrillos rojos claros		0,50 a 0,60	
Hormigón a la vista		0,70	
Hormigón a la vista (texturado)		0,80	
Hormigón con agregado y cemento blanco		0,50	
Revoque		0,55	
Revoque claro		0,40	
Marfil blanco		0,40 a 0,50	
Baldosas rojas		0,85	
Fibrocemento		0,60	
Aluminio anodizado (natural)		0,45	
Aluminio envejecido		0,80	
Chapa galvanizada		0,50	
Pintura	Claro	Mediano	Oscuro
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Castaño claro (beige)	0,35	0,55	0,90
Castaño	0,45	0,75	0,98
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,85
Azul	0,40	0,75	0,90
Gris	0,45	0,65	0,75
Anaranjado	0,40	0,60	0,75
Rosa	0,45	0,55	0,70
Púrpura	0,60	0,80	0,90
Aluminio		0,45	
Negro			0,95

Tabla 24: Tabla de valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores

Fuente: Norma IRAM 11605, p. 23

RESISTENCIAS SUPERFICIALES EXTERIORES E INTERIORES (Tabla en norma UNIT 6946 – p. 4)

Tabla 1 – Resistencias superficiales convencionales

Resistencias superficiales $m^2.K/W$	Dirección del flujo de calor		
	Ascendente	Horizontal	Descendente
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

NOTA 1: Los valores dados son valores de diseño. Para los propósitos de declaración de la transmitancia térmica de los componentes y otros casos donde son requeridos valores independientes de la dirección del flujo de calor, o cuando la dirección del flujo de calor es probable que varíe, se recomienda que sean usados los valores correspondientes al flujo de calor horizontal.

NOTA 2: Las resistencias superficiales se aplican a las superficies en contacto con el aire. No se aplican a aquellas superficies en contacto con otro material.

Tabla 25: Tabla de resistencias superficiales convencionales

Fuente: Norma UNIT 6946, p. 4

TEMPERATURAS DE CONFORT (según investigaciones DECCA, AT FICHA 1 – p. 17)

	Rangos de confort (según DECCA)		Rangos de confort (según ASHRAE)	
	Período frío	Período caluroso	Período frío	Período caluroso
MONTEVIDEO	18 a 22/24 °C	22 a 26/27 °C	18.5 a 23.8°C	22.3 a 27.2°C
SALTO	18 a 22/24 °C	22 a 27/28 °C	19.5 a 24°C	23.8 a 28.5

Tabla 26: Tabla de escalas utilizadas en la investigación sobre confort

Fuente: AT FICHA 1 – p. 17

Por lo tanto:

Ti invierno = $(18^{\circ}C + 24^{\circ}C)/2 \Rightarrow$ **ti invierno = 21°C**

Ti verano = $(22^{\circ}C + 27^{\circ}C)/2 \Rightarrow$ **ti verano = 24.5°C**

TEMPERATURA DE CÁLCULO PARA URUGUAY (Tabla de condiciones rigurosas, Repartido AT02 – p. 38 y 39)

CIUDAD	VERANO					
	DATO	HORIZONTAL	N	NE	E	SE
ARTIGAS	$t_{qm} =$	$24,12 + 14,68^{\frac{1}{2}}$	$28,12 + 1,75^{\frac{1}{2}}$	$28,12 + 4,31^{\frac{1}{2}}$	$28,12 + 5,90^{\frac{1}{2}}$	$28,12 + 4,64^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,45 + 28,48^{\frac{1}{2}}$	$6,45 + 5,73^{\frac{1}{2}}$	$1,08 + 14,29^{\frac{1}{2}}$	$-1,77 + 22,78^{\frac{1}{2}}$	$-3,43 + 18,84^{\frac{1}{2}}$
COLONIA	$t_{qm} =$	$22,61 + 14,70^{\frac{1}{2}}$	$26,61 + 2,29^{\frac{1}{2}}$	$26,61 + 4,67^{\frac{1}{2}}$	$26,61 + 6,03^{\frac{1}{2}}$	$26,61 + 4,56^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$4,04 + 27,78^{\frac{1}{2}}$	$4,04 + 7,43^{\frac{1}{2}}$	$0,68 + 15,01^{\frac{1}{2}}$	$-1,10 + 22,65^{\frac{1}{2}}$	$-2,15 + 18,40^{\frac{1}{2}}$
MELO	$t_{qm} =$	$23,48 + 14,68^{\frac{1}{2}}$	$27,48 + 1,75^{\frac{1}{2}}$	$27,48 + 4,31^{\frac{1}{2}}$	$27,48 + 5,90^{\frac{1}{2}}$	$27,48 + 4,64^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,64 + 28,48^{\frac{1}{2}}$	$6,64 + 5,73^{\frac{1}{2}}$	$1,12 + 14,29^{\frac{1}{2}}$	$-1,82 + 22,78^{\frac{1}{2}}$	$-3,53 + 18,84^{\frac{1}{2}}$
MERCED	$t_{qm} =$	$24,27 + 14,70^{\frac{1}{2}}$	$28,27 + 2,29^{\frac{1}{2}}$	$28,27 + 4,67^{\frac{1}{2}}$	$28,27 + 6,03^{\frac{1}{2}}$	$28,27 + 4,56^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,31 + 27,78^{\frac{1}{2}}$	$6,31 + 7,43^{\frac{1}{2}}$	$1,06 + 15,01^{\frac{1}{2}}$	$-1,73 + 22,65^{\frac{1}{2}}$	$-3,36 + 18,40^{\frac{1}{2}}$
MINAS	$t_{qm} =$	$23,10 + 14,70^{\frac{1}{2}}$	$27,10 + 2,29^{\frac{1}{2}}$	$27,10 + 4,67^{\frac{1}{2}}$	$27,10 + 6,03^{\frac{1}{2}}$	$27,10 + 4,56^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,12 + 27,78^{\frac{1}{2}}$	$6,12 + 7,43^{\frac{1}{2}}$	$1,03 + 15,01^{\frac{1}{2}}$	$-1,68 + 22,65^{\frac{1}{2}}$	$-3,26 + 18,40^{\frac{1}{2}}$
MONTEV.	$t_{qm} =$	$22,90 + 14,70^{\frac{1}{2}}$	$26,90 + 2,29^{\frac{1}{2}}$	$26,90 + 4,67^{\frac{1}{2}}$	$26,90 + 6,03^{\frac{1}{2}}$	$26,90 + 4,56^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$5,43 + 27,78^{\frac{1}{2}}$	$5,43 + 7,43^{\frac{1}{2}}$	$0,91 + 15,01^{\frac{1}{2}}$	$-1,49 + 22,65^{\frac{1}{2}}$	$-2,89 + 18,40^{\frac{1}{2}}$
PAYSAN.	$t_{qm} =$	$24,10 + 14,68^{\frac{1}{2}}$	$28,10 + 1,75^{\frac{1}{2}}$	$28,10 + 4,31^{\frac{1}{2}}$	$28,10 + 5,90^{\frac{1}{2}}$	$28,10 + 4,64^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,73 + 28,48^{\frac{1}{2}}$	$6,73 + 5,73^{\frac{1}{2}}$	$1,13 + 14,29^{\frac{1}{2}}$	$-1,84 + 22,78^{\frac{1}{2}}$	$-3,58 + 18,84^{\frac{1}{2}}$
P del ESTE	$t_{qm} =$	$20,85 + 14,70^{\frac{1}{2}}$	$24,85 + 2,29^{\frac{1}{2}}$	$24,85 + 4,67^{\frac{1}{2}}$	$24,85 + 6,03^{\frac{1}{2}}$	$24,85 + 4,56^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$3,29 + 27,78^{\frac{1}{2}}$	$3,29 + 7,43^{\frac{1}{2}}$	$0,55 + 15,01^{\frac{1}{2}}$	$-0,90 + 22,65^{\frac{1}{2}}$	$-1,75 + 18,40^{\frac{1}{2}}$
RIVERA	$t_{qm} =$	$23,35 + 14,68^{\frac{1}{2}}$	$27,35 + 1,75^{\frac{1}{2}}$	$27,35 + 4,31^{\frac{1}{2}}$	$27,35 + 5,90^{\frac{1}{2}}$	$27,35 + 4,64^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,17 + 28,48^{\frac{1}{2}}$	$6,17 + 5,73^{\frac{1}{2}}$	$1,04 + 14,29^{\frac{1}{2}}$	$-1,69 + 22,78^{\frac{1}{2}}$	$-3,29 + 18,84^{\frac{1}{2}}$
ROCHA	$t_{qm} =$	$21,80 + 14,70^{\frac{1}{2}}$	$25,80 + 2,29^{\frac{1}{2}}$	$25,80 + 4,67^{\frac{1}{2}}$	$25,80 + 6,03^{\frac{1}{2}}$	$25,80 + 4,56^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$5,57 + 27,78^{\frac{1}{2}}$	$5,57 + 7,43^{\frac{1}{2}}$	$0,94 + 15,01^{\frac{1}{2}}$	$-1,52 + 22,65^{\frac{1}{2}}$	$-2,96 + 18,40^{\frac{1}{2}}$
SALTO	$t_{qm} =$	$24,03 + 14,68^{\frac{1}{2}}$	$28,03 + 1,75^{\frac{1}{2}}$	$28,03 + 4,31^{\frac{1}{2}}$	$28,03 + 5,90^{\frac{1}{2}}$	$28,03 + 4,64^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,31 + 28,48^{\frac{1}{2}}$	$6,31 + 5,73^{\frac{1}{2}}$	$1,06 + 14,29^{\frac{1}{2}}$	$-1,73 + 22,78^{\frac{1}{2}}$	$-3,36 + 18,84^{\frac{1}{2}}$
S.JOSÉ	$t_{qm} =$	$23,59 + 14,70^{\frac{1}{2}}$	$27,59 + 2,29^{\frac{1}{2}}$	$27,59 + 4,67^{\frac{1}{2}}$	$27,59 + 6,03^{\frac{1}{2}}$	$27,59 + 4,56^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,40 + 27,78^{\frac{1}{2}}$	$6,40 + 7,43^{\frac{1}{2}}$	$1,08 + 15,01^{\frac{1}{2}}$	$-1,75 + 22,65^{\frac{1}{2}}$	$-3,41 + 18,40^{\frac{1}{2}}$
TACUARE.	$t_{qm} =$	$23,73 + 14,68^{\frac{1}{2}}$	$27,73 + 1,75^{\frac{1}{2}}$	$27,73 + 4,31^{\frac{1}{2}}$	$27,73 + 5,90^{\frac{1}{2}}$	$27,73 + 4,64^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,22 + 28,48^{\frac{1}{2}}$	$6,22 + 5,73^{\frac{1}{2}}$	$1,05 + 14,29^{\frac{1}{2}}$	$-1,70 + 22,78^{\frac{1}{2}}$	$-3,31 + 18,84^{\frac{1}{2}}$
T.TRES	$t_{qm} =$	$22,48 + 14,70^{\frac{1}{2}}$	$26,48 + 2,29^{\frac{1}{2}}$	$26,48 + 4,67^{\frac{1}{2}}$	$26,48 + 6,03^{\frac{1}{2}}$	$26,48 + 4,56^{\frac{1}{2}}$
	$t_s =$	$6,59 + 27,78^{\frac{1}{2}}$	$6,59 + 7,43^{\frac{1}{2}}$	$1,11 + 15,01^{\frac{1}{2}}$	$-1,80 + 22,65^{\frac{1}{2}}$	$-3,51 + 18,40^{\frac{1}{2}}$

Tabla 27: Tabla de temperaturas de cálculo para Uruguay / condiciones rigurosas

Fuente: Repartido AT02 – p. 38 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf>

CIUDAD	DATO	VERANO				INVIERNO		
		NO	O	SO	S	DATO	PLANOS VERTICALES	PLANO HORIZONTAL
ARTIGAS	$t_{qm} =$	$28,12 + 4,31^{\Delta}$	$28,12 + 5,90^{\Delta}$	$28,12 + 4,64^{\Delta}$	$28,12 + 2,22^{\Delta}$	$t_m =$	8,49	4,49
	$\gamma_s =$	$6,70 + 14,29^{\Delta}$	$6,12 + 22,78^{\Delta}$	$5,53 + 18,84^{\Delta}$	$4,93 + 5,34^{\Delta}$	$\gamma_i =$	5,50	5,50
CULUNIA	$t_{qm} =$	$26,61 + 14,67^{\Delta}$	$26,61 + 6,03^{\Delta}$	$26,61 + 4,56^{\Delta}$	$26,61 + 2,12^{\Delta}$	$t_m =$	7,94	3,94
	$\gamma_s =$	$4,19 + 15,01^{\Delta}$	$3,83 + 22,65^{\Delta}$	$3,46 + 18,40^{\Delta}$	$3,09 + 4,84^{\Delta}$	$\gamma_i =$	3,10	3,10
MELO	$t_{qm} =$	$27,48 + 4,31^{\Delta}$	$27,48 + 5,90^{\Delta}$	$27,48 + 4,64^{\Delta}$	$27,48 + 2,22^{\Delta}$	$t_m =$	6,51	2,51
	$\gamma_s =$	$6,89 + 14,29^{\Delta}$	$6,29 + 22,78^{\Delta}$	$5,69 + 18,84^{\Delta}$	$5,08 + 5,34^{\Delta}$	$\gamma_i =$	5,40	5,40
MERCED	$t_{qm} =$	$28,27 + 4,67^{\Delta}$	$28,27 + 6,03^{\Delta}$	$28,27 + 4,56^{\Delta}$	$28,27 + 2,12^{\Delta}$	$t_m =$	6,69	2,69
	$\gamma_s =$	$6,56 + 15,01^{\Delta}$	$5,98 + 22,65^{\Delta}$	$5,41 + 18,40^{\Delta}$	$4,83 + 4,84^{\Delta}$	$\gamma_i =$	5,15	5,15
MINAS	$t_{qm} =$	$27,10 + 4,67^{\Delta}$	$27,10 + 6,03^{\Delta}$	$27,10 + 4,56^{\Delta}$	$27,10 + 2,12^{\Delta}$	$t_m =$	7,15	3,15
	$\gamma_s =$	$6,36 + 15,01^{\Delta}$	$5,81 + 22,65^{\Delta}$	$5,25 + 18,40^{\Delta}$	$4,69 + 4,84^{\Delta}$	$\gamma_i =$	4,50	4,50
MONTEV.	$t_{qm} =$	$26,90 + 4,67^{\Delta}$	$26,90 + 6,03^{\Delta}$	$26,90 + 4,56^{\Delta}$	$26,90 + 2,12^{\Delta}$	$t_m =$	5,90	1,90
	$\gamma_s =$	$5,64 + 15,01^{\Delta}$	$5,15 + 22,65^{\Delta}$	$4,66 + 18,40^{\Delta}$	$4,15 + 4,84^{\Delta}$	$\gamma_i =$	4,15	4,15
PAYSAN.	$t_{qm} =$	$28,10 + 4,31^{\Delta}$	$28,10 + 5,90^{\Delta}$	$28,10 + 4,64^{\Delta}$	$28,10 + 2,22^{\Delta}$	$t_m =$	6,30	2,30
	$\gamma_s =$	$6,99 + 14,29^{\Delta}$	$6,38 + 22,78^{\Delta}$	$5,77 + 18,40^{\Delta}$	$5,15 + 5,34^{\Delta}$	$\gamma_i =$	5,45	5,45
Pd del ESTE	$t_{qm} =$	$24,85 + 4,67^{\Delta}$	$24,85 + 6,03^{\Delta}$	$24,85 + 4,56^{\Delta}$	$24,85 + 2,12^{\Delta}$	$t_m =$	8,06	4,06
	$\gamma_s =$	$3,42 + 15,01^{\Delta}$	$3,12 + 22,65^{\Delta}$	$2,83 + 18,40^{\Delta}$	$2,52 + 4,84^{\Delta}$	$\gamma_i =$	2,85	2,85
RIVERA	$t_{qm} =$	$27,35 + 4,31^{\Delta}$	$27,35 + 5,90^{\Delta}$	$27,35 + 4,64^{\Delta}$	$27,35 + 2,22^{\Delta}$	$t_m =$	7,32	3,32
	$\gamma_s =$	$6,41 + 14,29^{\Delta}$	$5,85 + 22,78^{\Delta}$	$5,29 + 18,84^{\Delta}$	$4,72 + 5,34^{\Delta}$	$\gamma_i =$	5,25	5,25
ROCHA	$t_{qm} =$	$25,80 + 4,67^{\Delta}$	$25,80 + 6,03^{\Delta}$	$25,80 + 4,56^{\Delta}$	$25,80 + 2,12^{\Delta}$	$t_m =$	5,99	1,99
	$\gamma_s =$	$5,78 + 15,01^{\Delta}$	$5,28 + 22,65^{\Delta}$	$4,78 + 18,40^{\Delta}$	$4,26 + 4,84^{\Delta}$	$\gamma_i =$	4,60	4,60
SALTO	$t_{qm} =$	$28,03 + 4,31^{\Delta}$	$28,03 + 5,90^{\Delta}$	$28,03 + 4,64^{\Delta}$	$28,03 + 2,22^{\Delta}$	$t_m =$	7,34	3,34
	$\gamma_s =$	$6,56 + 14,29^{\Delta}$	$5,98 + 22,78^{\Delta}$	$5,41 + 18,84^{\Delta}$	$4,83 + 5,34^{\Delta}$	$\gamma_i =$	5,15	5,15
S.JOSÉ	$t_{qm} =$	$27,59 + 4,67^{\Delta}$	$27,59 + 6,03^{\Delta}$	$27,59 + 4,56^{\Delta}$	$27,59 + 2,22^{\Delta}$	$t_m =$	6,43	2,43
	$\gamma_s =$	$6,65 + 15,01^{\Delta}$	$6,07 + 22,65^{\Delta}$	$5,49 + 18,40^{\Delta}$	$4,83 + 22,65^{\Delta}$	$\gamma_i =$	4,75	4,75
TACUAR.	$t_{qm} =$	$27,73 + 4,31^{\Delta}$	$27,73 + 5,90^{\Delta}$	$27,73 + 4,64^{\Delta}$	$27,73 + 2,22^{\Delta}$	$t_m =$	6,70	2,70
	$\gamma_s =$	$6,46 + 14,29^{\Delta}$	$5,90 + 22,78^{\Delta}$	$5,33 + 18,84^{\Delta}$	$4,76 + 5,34^{\Delta}$	$\gamma_i =$	4,95	4,95
T.TRES	$t_{qm} =$	$26,48 + 4,67^{\Delta}$	$26,48 + 6,03^{\Delta}$	$26,48 + 4,56^{\Delta}$	$26,48 + 2,12^{\Delta}$	$t_m =$	7,32	3,32
	$\gamma_s =$	$6,84 + 15,01^{\Delta}$	$6,25 + 22,65^{\Delta}$	$5,65 + 18,40^{\Delta}$	$5,04 + 4,84^{\Delta}$	$\gamma_i =$	5,10	5,10

Tabla 28: Tabla de temperaturas de cálculo para Uruguay / condiciones rigurosas

Fuente: Repartido AT02 – p. 39 [Disponible online] <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-termico/files/2012/02/repartido-02.pdf>

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA PARA INVIERNO Y VERANO (Tabla de condiciones rigurosas, IRAM 11605) – se buscaron condiciones equivalentes de zona bioclimática en Uruguay para verificar si cumple o no

Tabla 1 - Valores de $K_{MAX ADM}$ para condición de invierno *

en W/m²K

Temperatura exterior de diseño (t_{ed}) [°C]	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
- 15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
- 14	0,23	0,20	0,61	0,53	1,04	1,00
- 13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
- 12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
- 11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
- 10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
- 9	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
- 8	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
- 7	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
- 6	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
- 5	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
- 4	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
- 3	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
- 2	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
- 1	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
≥ 0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

* Para valores de t_{ed} intermedios, los valores de $K_{MAX ADM}$ se obtienen por interpolación lineal.

Tabla 29: Transmitancia máxima admisible para condiciones de invierno

Fuente: IRAM 11605, p. 7

MONTEVIDEO – pertenece a la zona climática IVd templada fría => En Argentina esta zona equivale a la zona bioambiental IV

Tabla 2 - Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para muros

en W/m².K

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

Tabla 3 - Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano en techos

en W/m².K

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

Tabla 30: Transmitancia máxima admisible para condiciones de verano

Fuente: IRAM 11605, p. 8

TRANSMITANCIA TÉRMICA MEDIA PONDERADA

$$U_m = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$$

C1 - Estudios de Caso 1, 5 a 8, 13 y 19

Área de la pilastra representa un 4% del área total del m² de solución constructiva

$$U_m = \frac{(0.86 \text{ W/m}^2\text{K} \times 96\%) + (1.41 \text{ W/m}^2\text{K} \times 4\%)}{100}$$

$$U_m = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$$

C3 – Estudio de Caso 4

N/A porque no hay datos de las dimensiones de los PNI

C4 – Estudios de Caso 16 a 18

N/A porque no hay datos de las dimensiones ni morfología de la losa prefabricada

CORRECCIÓN DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEBIDO A PUENTES TÉRMICOS

$$U_c = U + \Delta U \quad \text{siendo } \Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

ΔU_g corrección para los huecos

$$\Delta U_g = \Delta U'' \left(\frac{R1}{R_{t,h}} \right)^2$$

ΔU_f = corrección para las fijaciones mecánicas

$$\Delta U_f = \alpha \times \left(\frac{\lambda_f \times A_f \times n_f}{d_o} \right) \times \left(\frac{R1}{R_{t,h}} \right)$$

ΔU_r = corrección para los techos invertidos N/A por no tener XPS en ninguna capa

M1 – Estudios de Caso 1, 5 a 9, 12 a 15, 19 y 20

$$U = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\Delta U'' = 0.00 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (porque se está evaluando paño central)}$$

$$R1 \text{ eps} = \frac{0.02 \text{ m}}{0.04 \text{ W/mK}} = 0.5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{t,h} = \frac{1}{0.82 \text{ W/m}^2\text{K}} = 1.219 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\alpha = 0.8 \text{ (porque el bigote penetra completamente la capa aislante)}$$

$$\lambda_f = 50.0 \text{ W/mK}$$

$$A_f \text{ alambre: diámetro} = 0.004 \text{ m} \Rightarrow \text{área} = D^2 \pi = (0.004 \text{ m})^2 \pi$$

$$A_f = 5.03 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$n_f = 4$$

$$d_o = 0.02 \text{ m}$$

$$U_c = U + \Delta U$$

$$U_c = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K} + [0.00 \text{ W/m}^2\text{K} \left(\frac{0.5 \text{ m}^2\text{K/W}}{1.219 \text{ m}^2\text{K/W}} \right)^2] + [0.8 \times \left(\frac{50.0 \text{ W/Mk} \times 5.03 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \times 4}{0.02 \text{ m}} \right) \times \left(\frac{0.5 \text{ m}^2\text{K/W}}{1.219 \text{ m}^2\text{K/W}} \right)^2]$$

$$U_c = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K} + 0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_c = 0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$$

M2 – Estudio de Caso 10

N/A porque no hay barrera aislante térmica

M3 – Estudio de Caso 2

N/A porque no hay barrera aislante térmica

M4 – Estudio de Caso 3

$$U = 0.66 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\Delta U'' = 0.00 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (porque se está evaluando paño central)}$$

$$R1_{\text{eps}} = \frac{0.03 \text{ m}}{0.04 \text{ W/mK}} = 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{t,h} = \frac{1}{0.66 \text{ W/m}^2\text{K}} = 1.515 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\alpha = 0.8 \text{ (porque el bigote penetra completamente la capa aislante)}$$

$$\lambda_f = 50.0 \text{ W/mK}$$

$$\text{Af alambre: diámetro} = 0.004 \text{ m} \Rightarrow \text{área} = D^2\pi = (0.004 \text{ m})^2\pi$$

$$\text{Af} = 5.03 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$n_f = 4$$

$$d_o = 0.03 \text{ m}$$

$$U_c = U + \Delta U$$

$$U_c = 0.66 \text{ W/m}^2\text{K} + [0.00 \text{ W/m}^2\text{K} \left(\frac{0.75 \text{ m}^2\text{K/W}}{1.515 \text{ m}^2\text{K/W}} \right)^2] + [0.8 \times \left(\frac{50.0 \text{ W/mK} \times 5.03 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \times 4}{0.03 \text{ m}} \right) \times \left(\frac{0.75 \text{ m}^2\text{K/W}}{1.515 \text{ m}^2\text{K/W}} \right)^2]$$

$$U_c = 0.66 \text{ W/m}^2\text{K} + 0.065 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\textbf{Uc = 0.73 W/m}^2\textbf{K}$$

M5 – Estudios de Caso 16 a 18

N/A porque no hay barrera aislante térmica

M6 – Estudios de Caso 16 a 18

N/A porque la capa aislante está ubicada al exterior y no presenta discontinuidades por anclajes

C1 – Estudios de Caso 1, 5 a 8, 13 y 19

N/A porque la pilastra forma un puente térmico, de modo que el procedimiento se realiza más detalladamente con la norma UNIT-ISO 10211, y queda fuera del alcance del presente trabajo

C2 – Estudios de Caso 3 y 11

N/A porque no tiene capa aislante

C3 – Estudio de Caso 4

N/A porque no tiene capa aislante

C4 – Estudios de Caso 16 a 18

N/A porque la capa aislante no presenta discontinuidades por anclajes

TEMPERATURA EQUIVALENTE (TEMPERATURA SOL-AIRE) a la hora de Te máxima por plano

$$T_{\text{sol-aire}}_{\zeta} = t_{e_{\zeta}} + (I_{g_{\zeta}} \times \alpha \times R_{se}) \quad \text{para planos verticales}$$

$$T_{\text{sol-aire}}_{\zeta} = t_{e_{\zeta}} + (I_{g_{\zeta}} \times \alpha \times R_{se}) - 4 \quad \text{para planos horizontales}$$

$$\text{Siendo } t_{e_{\zeta}} = t'_{nm} + A \times F_{\zeta}$$

$$t'_{nm} = t'_{xm} - A$$

VERANO

M1

Color de superficies: castaño claro (beige) mediano

$$T_{\text{sol-aire norte}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W/m}^2 \times 0.55 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire norte}}_{12\text{HS}} = 37.68^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire este}}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W/m}^2 \times 0.55 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire este}}_{8\text{HS}} = 41.19^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W/m}^2 \times 0.55 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}}_{16\text{HS}} = 47.82^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire sur}}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W/m}^2 \times 0.55 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire sur}}_{18\text{HS}} = 33.79^{\circ}\text{C}$$

M2 – Estudio de Caso 10

Color de superficie: castaño oscuro

$$T_{\text{sol-aire norte}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W/m}^2 \times 0.98 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire norte}}_{12\text{HS}} = 41.86^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire este}}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W/m}^2 \times 0.98 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire este}_{8\text{HS}} = 54.12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire oeste}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W/m}^2 \times 0.98 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire oeste}_{16\text{HS}} = 60.16 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire sur}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W/m}^2 \times 0.98 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire sur}_{18\text{HS}} = 37.02 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

M2 – Estudio de Caso 11

Color de superficie: gris claro

$$\text{Tsol-aire norte}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W/m}^2 \times 0.45 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire norte}_{12\text{HS}} = 36.70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire este}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W/m}^2 \times 0.45 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire este}_{8\text{HS}} = 38.32 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire oeste}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W/m}^2 \times 0.45 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire oeste}_{16\text{HS}} = 44.96 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire sur}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W/m}^2 \times 0.45 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire sur}_{18\text{HS}} = 33.03 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

M3

Color de superficie: rojo medio

$$\text{Tsol-aire norte}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W/m}^2 \times 0.8 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire norte}_{12\text{HS}} = 40.11 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire este}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W/m}^2 \times 0.8 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire este}_{8\text{HS}} = 48.35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W/m}^2 \times 0.8 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}}_{16\text{HS}} = 54.99^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire sur}}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W/m}^2 \times 0.8 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire sur}}_{18\text{HS}} = 35.66^{\circ}\text{C}$$

M4

Color de superficie: anaranjado mediano

$$T_{\text{sol-aire norte}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W/m}^2 \times 0.6 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire norte}}_{12\text{HS}} = 38.16^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire este}}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W/m}^2 \times 0.6 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire este}}_{8\text{HS}} = 42.62^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W/m}^2 \times 0.6 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}}_{16\text{HS}} = 49.26^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire sur}}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W/m}^2 \times 0.6 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire sur}}_{18\text{HS}} = 34.16^{\circ}\text{C}$$

M5

Color de superficie: amarillo claro

$$T_{\text{sol-aire norte}}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W/m}^2 \times 0.3 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire norte}}_{12\text{HS}} = 35.25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire este}}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W/m}^2 \times 0.3 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire este}}_{8\text{HS}} = 34.01^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W/m}^2 \times 0.3 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$T_{\text{sol-aire oeste}}_{16\text{HS}} = 40.65^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{sol-aire sur}}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W/m}^2 \times 0.3 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire sur}_{18\text{HS}} = 31.91 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

M6

Color de superficie: castaño claro (beige) mediano

$$\text{Tsol-aire norte}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (243\text{W/m}^2 \times 0.55 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire norte}_{12\text{HS}} = 37.68 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire este}_{8\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.373) + (717\text{W/m}^2 \times 0.55 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire este}_{8\text{HS}} = 41.19 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire oeste}_{16\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.940) + (717\text{W/m}^2 \times 0.55 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire oeste}_{16\text{HS}} = 47.82 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tsol-aire sur}_{18\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.735) + (188\text{W/m}^2 \times 0.55 \times 0.04\text{m}^2\text{KW})$$

$$\text{Tsol-aire sur}_{18\text{HS}} = 33.79 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

C1

Color de superficie: chapa azul mediano

$$\text{Tsol-aire horizontal}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + (1062\text{W/m}^2 \times 0.75 \times 0.04\text{m}^2\text{KW}) - 4$$

$$\text{Tsol-aire horizontal}_{12\text{HS}} = 60.19 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

C2

Color de superficie: aluminio natural

$$\text{Tsol-aire horizontal}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + [(1062\text{W/m}^2 \times 0.45 \times 0.04\text{m}^2\text{KW}) - 4]$$

$$\text{Tsol-aire horizontal}_{12\text{HS}} = 47.44 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

C3

Color de superficie: asfalto negro

$$\text{Tsol-aire horizontal}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + [(1062\text{W/m}^2 \times 0.95 \times 0.04\text{m}^2\text{KW}) - 4]$$

Tsol-aire horizontal_{12HS} = 68.69 °C

C4

Color de superficie: baldosas rojas

$$\text{Tsol-aire horizontal}_{12\text{HS}} = ((32.75^{\circ}\text{C} - 11.7) + 11.7 \times 0.964) + [(1062\text{W/m}^2 \times 0.85 \times 0.04\text{m}^2\text{KW}) - 4]$$

Tsol-aire horizontal_{12HS} = 64.44 °C

TEMPERATURA SUPERFICIAL INTERIOR – valores máximos (verano) y mínimos (invierno)

INVIERNO $t_{sn} = t_i + R_{si} \times [U (t_{qm} - t_i)] - \mu \theta_s$ = temperatura superficial mínima

VERANO $t_{sx} = t_i + R_{si} \times [U (t_{qm} - t_i)] + \mu \theta_s$ = temperatura superficial máxima

INVIERNO

M1

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 0.82 \text{ W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.027 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 23.09^{\circ}\text{C}}$$

M2 – Estudio de Caso 10 y 11

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 1.34 \text{ W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.069 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 18.69^{\circ}\text{C}}$$

M3

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 2.52 \text{ W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.262 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 16.11^{\circ}\text{C}}$$

M4

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 0.66 \text{ W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.03 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 19.88^{\circ}\text{C}}$$

M5

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 1.67 \text{ W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.199 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 17.65^{\circ}\text{C}}$$

M6

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.10 \text{ W/m}^2 \times 0.55 \text{ W/m}^2\text{K} (5.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C}) - (0.021 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 22.39^{\circ}\text{C}}$$

C1

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times [0.86\text{W/m}^2\text{K} (1.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C})] - (0.014 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 18.81^{\circ}\text{C}}$$

C2

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times 3.79\text{W/m}^2\text{K} [(1.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C})] - (0.168 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 10.89^{\circ}\text{C}}$$

C3

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times 1.27\text{W/m}^2\text{K} [(1.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C})] - (0.075 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 17.79^{\circ}\text{C}}$$

C4

$$T_{sn} = 21^{\circ}\text{C} + 0.13 \text{ W/m}^2 \times 0.59\text{W/m}^2\text{K} [(1.90^{\circ}\text{C} - 21.0^{\circ}\text{C})] - (0.006 \times 4.15)$$

$$\mathbf{T_{sn} = 19.51^{\circ}\text{C}}$$

VERANO

M1

$$T_{sx \text{ norte}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.82\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.29^{\circ}\text{C} \times 0.55) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.027 \times [5.43 + (7.43 \times 0.55)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ norte}} = 25.27^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ este}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.82\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.55) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.027 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.55)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ este}} = 25.59^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ oeste}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.82\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.55) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.027 \times [5.15 + (22.65 \times 0.55)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ oeste}} = 25.48^{\circ}\text{C}}$$

$$T_{sx \text{ sur}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.82\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.12^{\circ}\text{C} \times 0.55) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.027 \times [4.15 + (4.84 \times 0.55)])\}$$

$$\mathbf{T_{sx \text{ sur}} = 25.18^{\circ}\text{C}}$$

M2 – Estudio de Caso 10

$$T_{sx \text{ norte}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.34\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.29^{\circ}\text{C} \times 0.98) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.069 \times [5.43 + (7.43 \times 0.98)])\}$$

Tsx norte = 25.70°C

$$T_{sx\ este} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{1.34W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.98) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.069 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.98)]\}\}$$

Tsx este = 26.63°C

$$T_{sx\ oeste} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{1.34W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.98) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.069 \times [5.15 + (22.65 \times 0.98)]\}\}$$

Tsx oeste = 26.71°C

$$T_{sx\ sur} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{1.34W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.12^{\circ}C \times 0.98) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.069 \times [4.15 + (4.84 \times 0.98)]\}\}$$

Tsx sur = 25.62°C

M2 – Estudio de Caso 11

$$T_{sx\ norte} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{1.34W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.29^{\circ}C \times 0.45) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.069 \times [5.43 + (7.43 \times 0.45)]\}\}$$

Tsx norte = 25.38°C

$$T_{sx\ este} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{1.34W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.45) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.069 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.45)]\}\}$$

Tsx este = 25.77°C

$$T_{sx\ oeste} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{1.34W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.45) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.069 \times [5.15 + (22.65 \times 0.45)]\}\}$$

Tsx oeste = 25.84°C

$$T_{sx\ sur} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{1.34W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.12^{\circ}C \times 0.45) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.069 \times [4.15 + (4.84 \times 0.45)]\}\}$$

Tsx sur = 25.34°C

M3

$$T_{sx\ norte} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{2.52W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.29^{\circ}C \times 0.8) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.262 \times [5.43 + (7.43 \times 0.8)]\}\}$$

Tsx norte = 26.81°C

$$T_{sx\ este} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{2.52W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.8) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.262 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.8)]\}\}$$

Tsx este = 28.33°C

$$T_{sx\ oeste} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{2.52W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.8) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.262 \times [5.15 + (22.65 \times 0.8)]\}\}$$

Tsx oeste = 28.63°C

$$T_{sx \text{ sur}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{2.52\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.12^{\circ}\text{C} \times 0.8) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.262 \times [4.15 + (4.84 \times 0.8)])\}$$

$$T_{sx \text{ sur}} = 26.61^{\circ}\text{C}$$

M4

$$T_{sx \text{ norte}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.66\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.29^{\circ}\text{C} \times 0.60) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.03 \times [5.43 + (7.43 \times 0.60)])\}$$

$$T_{sx \text{ norte}} = 24.97^{\circ}\text{C}$$

$$T_{sx \text{ este}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.66\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.60) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.03 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.60)])\}$$

$$T_{sx \text{ este}} = 25.24^{\circ}\text{C}$$

$$T_{sx \text{ oeste}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.66\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.60) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.03 \times [5.15 + (22.65 \times 0.60)])\}$$

$$T_{sx \text{ oeste}} = 25.27^{\circ}\text{C}$$

$$T_{sx \text{ sur}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.66\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.12^{\circ}\text{C} \times 0.60) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.03 \times [4.15 + (4.84 \times 0.60)])\}$$

$$T_{sx \text{ sur}} = 24.95^{\circ}\text{C}$$

M5

$$T_{sx \text{ norte}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.67\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.29^{\circ}\text{C} \times 0.30) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.199 \times [5.43 + (7.43 \times 0.30)])\}$$

$$T_{sx \text{ norte}} = 25.63^{\circ}\text{C}$$

$$T_{sx \text{ este}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.67\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.30) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.199 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.30)])\}$$

$$T_{sx \text{ este}} = 25.67^{\circ}\text{C}$$

$$T_{sx \text{ oeste}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.67\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (6.03^{\circ}\text{C} \times 0.30) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.199 \times [5.15 + (22.65 \times 0.30)])\}$$

$$T_{sx \text{ oeste}} = 26.10^{\circ}\text{C}$$

$$T_{sx \text{ sur}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{1.67\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.12^{\circ}\text{C} \times 0.30) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.199 \times [4.15 + (4.84 \times 0.30)])\}$$

$$T_{sx \text{ sur}} = 25.55^{\circ}\text{C}$$

M6

$$T_{sx \text{ norte}} = 24.5^{\circ}\text{C} + 0.17 \text{ W/m}^2 \times \{0.55\text{W/m}^2\text{K} [(26.90^{\circ}\text{C} + (2.29^{\circ}\text{C} \times 0.55) - 24.5^{\circ}\text{C})] + \{(0.036 \times [5.43 + (7.43 \times 0.55)])\}$$

$$T_{sx \text{ norte}} = 25.18^{\circ}\text{C}$$

$$T_{sx\ este} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.55W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.55) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.036 \times [-1.49 + (22.65 \times 0.55)]\}$$

$$T_{sx\ este} = 25.43^{\circ}C$$

$$T_{sx\ oeste} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.55W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (6.03^{\circ}C \times 0.55) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.036 \times [5.15 + (22.65 \times 0.55)]\}$$

$$T_{sx\ oeste} = 25.67^{\circ}C$$

$$T_{sx\ sur} = 24.5^{\circ}C + 0.17\ W/m^2 \times \{0.55W/m^2K [(26.90^{\circ}C + (2.12^{\circ}C \times 0.55) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.036 \times [4.15 + (4.84 \times 0.55)]\}$$

$$T_{sx\ sur} = 25.08^{\circ}C$$

C1

$$T_{sx\ horizontal} = 24.5^{\circ}C + 0.13\ W/m^2 \times \{0.86W/m^2K [(22.90^{\circ}C + (14.7^{\circ}C \times 0.75) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.014 \times [5.43 + (27.78 \times 0.75)]\}$$

$$T_{sx\ horizontal} = 25.92^{\circ}C$$

C2

$$T_{sx\ horizontal} = 24.5^{\circ}C + 0.13\ W/m^2 \times \{3.79W/m^2K [(22.90^{\circ}C + (14.7^{\circ}C \times 0.45) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.168 \times [5.43 + (27.78 \times 0.45)]\}$$

$$T_{sx\ horizontal} = 29.98^{\circ}C$$

C3

$$T_{sx\ horizontal} = 24.5^{\circ}C + 0.13\ W/m^2 \times \{1.27W/m^2K [(22.90^{\circ}C + (14.7^{\circ}C \times 0.95) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.075 \times [5.43 + (27.78 \times 0.95)]\}$$

$$T_{sx\ horizontal} = 26.85^{\circ}C$$

C4

$$T_{sx\ horizontal} = 24.5^{\circ}C + 0.13\ W/m^2 \times \{0.55W/m^2K [(22.90^{\circ}C + (14.7^{\circ}C \times 0.85) - 24.5^{\circ}C)] + \{(0.013 \times [5.43 + (27.78 \times 0.85)]\}$$

$$T_{sx\ horizontal} = 25.33^{\circ}C$$

DENSIDAD DE FLUJO (considerando el aporte solar en verano)

INVIERNO $Q_{\text{cond}} = U (t_i - t_e)$

VERANO $Q_{\text{cond}} = U [(t_{\text{sol-aire}} + t_e) - t_i]$

INVIERNO

M1

$Q_{\text{cond vertical}} = 0.82\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 15.79\text{W/m}^2$

M2

$Q_{\text{cond vertical}} = 1.34\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 25.80\text{W/m}^2$

M3

$Q_{\text{cond vertical}} = 2.52\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 48.51\text{W/m}^2$

M4

$Q_{\text{cond vertical}} = 0.66\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 12.71\text{W/m}^2$

M5

$Q_{\text{cond vertical}} = 1.67\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 32.15\text{W/m}^2$

M6 COVICORDON

$Q_{\text{cond vertical}} = 0.55\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond vertical}} = 10.59\text{W/m}^2$

C1

$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.86\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond horizontal}} = 16.56\text{W/m}^2$

C2

$Q_{\text{cond horizontal}} = 3.79\text{W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond horizontal}} = 72.96\text{W/m}^2$

C3

$Q_{\text{cond horizontal}} = 1.27 \text{ W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond horizontal}} = 24.45 \text{ W/m}^2$

C4

$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K} (21^\circ\text{C} - 1.75^\circ\text{C})$

$Q_{\text{cond horizontal}} = 10.59 \text{ W/m}^2$

VERANO

M1

$Q_{\text{cond norte}} = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K} [(37.68^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond norte}} = 33.25 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{cond este}} = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K} [(41.19^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond este}} = 36.13 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{cond oeste}} = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K} [(47.82^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond oeste}} = 41.57 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{cond sur}} = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K} [(33.79^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond sur}} = 30.06 \text{ W/m}^2$

M2 – Estudio de Caso 10

$Q_{\text{cond norte}} = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K} [(25.70^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond norte}} = 45.93 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{cond este}} = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K} [(26.63^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond este}} = 46.74 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{cond oeste}} = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K} [(26.71^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond oeste}} = 46.85 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{cond sur}} = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K} [(25.62^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond sur}} = 45.39 \text{ W/m}^2$

M2 Estudio de Caso 11

$Q_{\text{cond norte}} = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K} [(25.38^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

$Q_{\text{cond norte}} = 45.06 \text{ W/m}^2$

$Q_{\text{cond este}} = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K} [(25.77^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$

Qcond este = 45.59W/m2

Qcond oeste = 1.34W/m2K [(25.84°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond oeste = 45.68W/m2

Qcond sur = 1.34W/m2K [(25.34°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond sur = 45.01W/m2

M3

Qcond norte = 2.52W/m2K [(26.81°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond norte = 88.35W/m2

Qcond este = 2.52W/m2K [(28.33°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond este = 92.18W/m2

Qcond oeste = 2.52W/m2K [(28.63°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond oeste = 92.93W/m2

Qcond sur = 2.52W/m2K [(26.61°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond sur = 87.85W/m2

M4

Qcond norte = 0.66W/m2K [(24.97°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond norte = 21.93W/m2

Qcond este = 0.66W/m2K [(25.24°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond este = 22.10W/m2

Qcond oeste = 0.66W/m2K [(25.27°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond oeste = 22.12W/m2

Qcond sur = 0.66W/m2K [(24.95°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond sur = 21.91W/m2

M5

Qcond norte = 1.67W/m2K [(25.63°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond norte = 56.58W/m2

Qcond este = 1.67W/m2K [(25.67°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond este = 56.65W/m2

Qcond oeste = 1.67W/m2K [(26.10°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond oeste = 57.36W/m2

Qcond sur = 1.67W/m2K [(25.55°C + 32.75°C) – 24.5°C]

Qcond sur = 56.45W/m2

M6

$$Q_{\text{cond norte}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K} [(37.68^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{cond norte} = 25.26 \text{ W/m}^2}$$

$$Q_{\text{cond este}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K} [(41.19^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{cond este} = 27.19 \text{ W/m}^2}$$

$$Q_{\text{cond oeste}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K} [(47.82^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{cond oeste} = 30.84 \text{ W/m}^2}$$

$$Q_{\text{cond sur}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K} [(33.79^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{cond sur} = 23.12 \text{ W/m}^2}$$

C1

$$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.86 \text{ W/m}^2\text{K} [(60.19^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{cond horizontal} = 58.86 \text{ W/m}^2}$$

C2

$$Q_{\text{cond horizontal}} = 3.79 \text{ W/m}^2\text{K} [(47.44^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{cond horizontal} = 211.07 \text{ W/m}^2}$$

C3

$$Q_{\text{cond horizontal}} = 1.27 \text{ W/m}^2\text{K} [(68.69^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{cond horizontal} = 97.71 \text{ W/m}^2}$$

C4

$$Q_{\text{cond horizontal}} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K} [(64.44^\circ\text{C} + 32.75^\circ\text{C}) - 24.5^\circ\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_{cond horizontal} = 39.98 \text{ W/m}^2}$$

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMENSIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM./ITEM
------------------------------------	--------------------------	----	------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIALES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------	-----------------------------------	---

M1 (del Ext. al Int.)	Revoque exterior grueso	1,95	cm	1	106	Mezcla grsa.	0,0195	m3.	A	\$ 3 410,0	\$ 66,50
						Portland	3,22	kg.	B	\$ 8,36	\$ 26,90
	Revoque exterior fino	0,5	cm	1	107	Mezcla fina.	0,005	m3.	A	\$ 3 647,7	\$ 18,24
						Portland	0,92	kg.	B	\$ 8,36	\$ 7,66
	Pintura exterior al agua	0,05	cm	3		Pintura al agua	0,2	lt.	C	\$ 103,63	\$ 20,73
	Ladrillo campo común	12	cm	1	85	Lad. Campo Comun	55	lad.	B	\$ 10,55	\$ 580,25
						Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 410,00	\$ 170,50
						Portland	5	kg.	B	\$ 8,36	\$ 41,80
	Bigotes alambre galv No. 18			3		Alambre galv. No. 8	1,4	m.l.	A	\$ 22,83	\$ 31,96
	Cám. Aire	3	cm	-	-				-	0	-
	EPS	2	cm	3	-	EPS 2 cm.	1	m2.	F	\$ 52,30	\$ 52,30
	A. y p. c/hidrófugo	1	cm	3		Arena terciada	0,01	m3.	B	\$ 769,14	\$ 7,69
						Portland	2,50	kg.	B	\$ 8,36	\$ 20,90
						Hidrófugo	0,2	lt.	A	\$ 32,60	\$ 6,52
	Ladrillo campo común	12	cm	1	85	Lad. Campo común	55	lad.	A	\$ 10,55	\$ 580,25
						Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 410,00	\$ 170,50
						Portland	5	kg.	B	\$ 8,36	\$ 41,80
	Bolseado	0,2	cm	3		M. Grsa. Bolseado	0,002	m3.	B	\$ 3 410,00	\$ 6,82
						Portland bolseado	0,2	kg.	B	\$ 8,36	\$ 1,67
	Pintura a la cal	0,03	cm	3		Cal en pasta p/blanqueo	0,19	kg.	A	\$ 30,24	\$ 5,74
											\$ 1 858,73

Lista de Precios al 20/01/2019 (Precios CON IVA incluido)				Por viaje/cant	
1	Arena terciada	7	m3.		
2	Pedregullo	7	m3.		
3	Balastro fino de cantera	7	m3.		
4	Mezcla gruesa	3	m3.		
5	Mezcla Fina	3	m3.		
6	hierro Ø 6 tratado	2,71	kg.		
7	Alambre galvanizado No. 8	1	kg.		
8	mallá electrosold. C34	1	m2.		
9	Portland saco	25	kg.		
10	Ladrillo de campo común	1	U.		
11	Ladrillo de campo p/visto	1	U.		
12	Hidrófugo Sika	10	lt.		
13	Basecoat	27	lt		
14	Red de fibra de vidrio (mallá)	50	m2.		
15	Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5	m2.		
16	Alambre negro No. 18 x kg.	1	kg.		
17	Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1	kg.		
18	Tabla encofrado 6" x 3,30	1	U.		
19	EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1	m2.		
20	EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1	m2.		
21	EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1	m2.		
22	EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1	m2.		
23	Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10	m2.		
24	Emulsión asfáltica	100	kg.		
25	Malla fibra de vidrio	1	m2.		
26	Cerámica para pisos estandar	1	m2.		
27	Polietileno 200µ	5	m2		
28	papep kraft	1	m2		
29	Bovedilla + vigueta de hormigón	1	m2.		
30	Bloque H*12x19x39 vibr/pr. Split	1	U.		
31	Cal para blanqueo	8	kg.		
32	Pintura al agua	18	lt.		
33	Revestim. Texturable Acrílico	20	lt.		
34	Perfil "U" galvanizado 80x64	6	m.		
35	Chapa Econopanel color cal 26	3	m.		
36	Ticholo 12 X 25 X 25	1	U.		
37	Placa de yeso 1,25 cm espesor	2,88	m2.		
38	Soleras	3	m.l.		
39	Enduido	20	kg.		
40	Masilla	1	kg.		
41	Polietileno 100µ	140	m2.		
42	Perfil PNI 20	6	m.		
TIPO DE CAMBIO AL 3/01/19				1 U\$S =	\$ 33,14
Se toma el tipo de cambio oficial BROU valor dólar venta.					

Costo \$	Proveedor	Cant.	Costo \$	Fecha
\$ 5 384,00	B	1 m3.	\$ 769,14	11/01/2019
\$ 7 970,00	B	1 m3.	\$ 1 138,57	11/01/2019
\$ 4 964,00	A	1 m3.	\$ 709,14	16/01/2019
\$ 10 230,0	A	1 m3.	\$ 3 410,0	08/01/2019
\$ 10 943,0	A	1 m3.	\$ 3 647,7	08/01/2019
\$ 125,23	A	1 kg.	\$ 46,18	16/01/2019
\$ 228,32	A	1 m.l.	\$ 22,83	16/01/2019
\$ 153,98	A	1 m2.	\$ 153,98	16/01/2019
\$ 209,00	B	1 kg.	\$ 8,36	16/01/2019
\$ 10,55	A	1 U.	\$ 10,55	16/01/2019
\$ 13,65	A	1 U.	\$ 13,65	16/01/2019
\$ 326,00	A	1 lt	\$ 32,60	17/01/2019
\$ 2 586,76	F	1 lt	\$ 95,81	21/01/2019
\$ 7 277,54	F	1 m2.	\$ 145,55	21/01/2019
\$ 224,17	F	1 m2.	\$ 448,34	21/01/2019
\$ 67,50	A	1 kg.	\$ 67,50	17/01/2019
\$ 78,27	A	1 kg.	\$ 78,27	17/01/2019
\$ 69,50	A	1 U.	\$ 69,50	17/01/2019
\$ 52,30	F	1 m2.	\$ 52,30	21/01/2019
\$ 77,04	F	1 m2.	\$ 77,04	21/01/2019
\$ 100,67	F	1 m2.	\$ 100,67	21/01/2019
\$ 125,91	F	1 m2.	\$ 125,91	21/01/2019
\$ 1 570,00	A	1 m2.	\$ 157,00	17/01/2019
\$ 3 321,00	A	1 kg.	\$ 33,21	18/01/2019
\$ 48,00	B	1 m2.	\$ 48,00	14/01/2019
\$ 280,00	A	1 m2.	\$ 280,00	14/01/2019
\$ 164,00	E	1 m2.	\$ 32,80	18/01/2019
\$ 7,56	A	1 m2.	\$ 7,56	18/01/2019
\$ 1 444,88	D	1 m2.	\$ 1 444,9	15/01/2019
\$ 25,16	D	1 U.	\$ 25,16	15/01/2019
\$ 241,88	A	1 kg.	\$ 30,24	17/01/2019
\$ 1 865,28	C	1 lt.	\$ 103,63	21/01/2019
\$ 7 729,25	C	1 lt.	\$ 386,46	21/01/2019
\$ 2 228,59	G	1 m.l.	\$ 371,43	21/01/2019
\$ 1 344,00	B	1 m2.	\$ 448,00	21/01/2019
\$ 22,00	B	1 U.	\$ 22,00	19/01/2019
\$ 316,80	B	1 m2.	\$ 110,00	19/01/2019
\$ 151,00	B	1 m.l.	\$ 50,33	14/01/2019
\$ 380,00	B	1 m.l.	\$ 19,00	14/01/2019
\$ 32,00	B	1 kg.	\$ 32,00	14/01/2019
\$ 2 375,00	E	1 m2.	\$ 16,96	14/01/2019
\$ 7 555,92	G	1 m.l.	\$ 1 259,32	14/01/2019

SUSTENTO TECNICO DE APOYO	
1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES	
A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

Se mantienen casi la totalidad de proveedores con sus correspondientes suministros. Algunos precios han variado en su proporcionalidad por cambio de proveedor. Tal el caso de la mezcla gruesa.

También puede haber variado la unidad en consideración : p. ej. Son distintos los precios de los materiales a granel, considerados por m2., o por viaje, y aún dentro del primer caso, hay una diferencia de precio importante según que se suministre suelto o embolsado.

LAUDO OFICIAL MTSS		COSTO DE LA MANO DE OBRA		COSTO TOTAL		B.P.S. (BANCO DE PREVISION SOCIAL)		
4	5	6	7	8	9	10	11	12
VALOR de la HORA de OFICIAL	VALOR de la HORA de PEON Pr.	Cant. Hs. OF. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	Cant. Hs. P. Pr. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	COSTO MANO de OBRA de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	COSTO TOTAL DE LA UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	MONTO IMPONIBLE = 0,92x ítem 8	% sobre M. Imp. = 0,76 x M. Imp.	LEYES SOCIALES para la UNIDAD
\$ 316,53	\$ 225,15			4X6 + 5X7	3 + 8	ítem 8 x 0,92	ítem 10 x 0,76	8 x10 X 11

0,6	0,4	\$ 279,98	\$ 346,47
		\$ 0,00	\$ 26,90
0,6	0,25	\$ 246,21	\$ 264,44
		\$ 0,00	\$ 7,66
0,32	0,00	\$ 101,29	\$ 122,01
1,40	0,80	\$ 623,26	\$ 1 203,51
		\$ 0,00	\$ 170,50
		\$ 0,00	\$ 41,80
0,15	0,00	\$ 47,48	\$ 79,44
-	-	-	-
0,10	0,10	\$ 54,17	\$ 106,47
0,38	0,23	\$ 169,36	\$ 177,05
		\$ 0,00	\$ 20,90
		\$ 0,00	\$ 6,52
1,40	0,80	\$ 623,26	\$ 1 203,51
		\$ 0,00	\$ 170,50
		\$ 0,00	\$ 41,80
0,05	0,00	\$ 15,83	\$ 22,65
		\$ 0,00	\$ 1,67
0,05	0,05	\$ 27,08	\$ 32,83
		\$ 2 187,91	\$ 4 046,65

0,92	0,76	\$ 1 529,79
------	------	-------------

M1	M2	M3	M4	M5	M6	C1	C2	C3	C4
X	X			NO SE ESTUDIA POR FALTA DE INFORMACION SOBRE LOS COSTOS DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS LOS QUE YA NO EXISTEN EN PLAZA		X	X	NO SE ESTUDIA POR FALTA DE INFORMACION SOBRE LOS COSTOS DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS LOS QUE YA NO EXISTEN EN PLAZA	NO SE ESTUDIA POR FALTA DE INFORMACION SOBRE LA LOSA PREFABRICADA POR PARTE DEL IAT CEDAS
						X	X		
XXX	XXXXX	xxx	XXX			X	X		
X	XX	xxx	XX			XX	X		
X						X	X		
XXXX	XXXXXXXX	xxxxx	XXXXX			XXX	XX		
XX		xx	XX			X			
X	X	x	X						
					XX				
					X				
					X				
						X	X		
						X	X		
						X	X		
X			X						
			X				X		
					X	XX	X		
					X				
X									
X	XX	x	XX		X				
					X				
	XX					X			
						X			
			X		X				
					X				

COSTO DE MANO DE OBRA	Of.	316,53	VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
	Pp.	225,15	VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
NOTA: Incluye los laudos más todos los beneficios (descanso intermedio, Incentivo semanal por asistencia, Incentivo mensual, Feriados pagos, etc.)				
COSTO DE LEYES SOCIALES	Of.		VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
	Pp.		VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
NOTA: Los costos por concepto de Leyes Sociales (aportes al BPS) constituyen el 76% del Monto Imponible de la Mano de Obra				

ELEM. CONSTRUCTIVO

PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMEN- SIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM./IT EM
------------------------------------	----------------------------	----	-------------------------

MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIA- LES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------	-------------------------------------	---

M2 (del Ext. al Int.)	Revoque exterior grueso	1,95	cm	1	106	Mezcla grsa.	0,0195	m3.	A	\$ 3 410,0	\$ 66,50
						Portland	3,22	kg.	B	\$ 8,36	\$ 26,90
	Revoque exterior fino	0,5	cm	1	107	Mezcla fina.	0,005	m3.	A	\$ 3 647,7	\$ 18,24
						Portland	0,92	kg.	B	\$ 8,36	\$ 7,66
	Pintura exterior al agua	0,05	cm	3		Pintura al agua	0,2	lt.	C	\$ 103,63	\$ 20,73
	Hidrófugo			3		Hidrófugo	0,5	lt	A	\$ 32,60	\$ 16,30
	Ticholo 12x25x25	12	cm	1	91	Ticholo 12x25x25	16	U	B	\$ 22,00	\$ 352,00
						Mezcla grsa.	0,022	m3.	A	\$ 3 410,00	\$ 75,02
	Mortero de toma	1,5	cm	3		Portland	3,24	kg.	B	\$ 8,36	\$ 27,09
						Mezcla grsa.	0,015	m3.	A	\$ 3 410,0	\$ 51,15
	Ticholo 12x25x25	12	cm	1	91	Portland	2,25	kg.	B	\$ 8,36	\$ 18,81
						Ticholo 12x25x25	16	U	B	\$ 22,00	\$ 352,00
						Mezcla grsa.	0,022	m3.	A	\$ 3 410,00	\$ 75,02
	Revoque interior grueso	1,95	cm	1	108	Portland	3,24	kg.	B	\$ 8,36	\$ 27,09
				1		Mezcla grsa.	0,0195	m3.	A	\$ 3 410,00	\$ 66,50
	Revoque interior fino	0,5	cm.	1	109	Portland	2,8	kg.	B	\$ 8,36	\$ 23,64
						Mezcla fina.	0,005	m3.	A	\$ 3 647,67	\$ 18,24
	Pintura al agua	0,05	cm	3		Portland	0,92	kg.	B	\$ 8,36	\$ 7,66
						Pintura al agua	0,2	lt.	C	\$ 103,63	\$ 20,73

\$ 1 271,25

Lista de Precios al 20/01/2019 (Precios CON IVA incluido)	Por viaje/cant
Arena terciada	7 m3.
Pedregullo	7 m3.
Balastro fino de cantera	7 m3.
Mezcla gruesa	3 m3.
Mezcla Fina	3 m3.
hierro Ø 6 tratado	2,71 kg.
Alambre galvanizado No. 8	1 kg.
malla electrosold. C34	1 m2.
Portland saco	25 kg.
Ladrillo de campo común	1 U.
Ladrillo de campo p/visto	1 U.
Hidrófugo SIKA	10 lt.
Basecoat	27 lt.
Red de fibra de vidrio (malla)	50 m2.
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5 m2.
Alambre negro No. 18 x kg.	1 kg.
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1 kg.
Tabla encofrado 0,15 x 3,30	1 U.
EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1 m2.
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1 m2.
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1 m2.
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1 m2.
Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10 m2.
Emulsión asfáltica	100 kg.
Malla fibra de vidrio	1 m2.
Cerámica para pisos estandar	1 m2.
Polietileno 200µ	5 m2
papep kraft	1 m2
Bovedilla + vigueta de hormigón	1 m2.
Bloque H*12x19x39 vibr/pr. Split	1 U.
Cal para blanqueo	8 kg.
Pintura al agua	18 lt.
Revestim. Texturable Acrilico	20 lt.
Perfil "U" galvanizado 80x64	6 m.
Chapa Econopanel color cal 26	3 m.
Ticholo 12 X 25 X 25	1 U.
Placa de yeso 1,25 cm espesor	2,88 m2.
Soleras	3 m.l.
Enduido	20 kg.
Masilla	1 kg.
Polietileno 100µ	140 m2.
Perfil PNI 20	6 m.
TIPO DE CAMBIO AL 3/01/19	1 U\$S = \$ 33,14
Se toma el tipo de cambio oficial BROU valor dólar venta.	

Costo \$	Proveedor	Cant.	Costo \$	Fecha
\$ 5 384,00	B	1 m3.	\$ 769,14	11/01/2019
\$ 7 970,00	B	1 m3.	\$ 1 138,57	11/01/2019
\$ 4 964,00	A	1 m3.	\$ 709,14	16/01/2019
\$ 10 230,0	A	1 m3.	\$ 3 410,0	08/01/2019
\$ 10 943,0	A	1 m3.	\$ 3 647,7	08/01/2019
\$ 125,23	A	1 kg.	\$ 46,18	16/01/2019
\$ 228,32	A	1 m.l.	\$ 22,83	16/01/2019
\$ 153,98	A	1 m2.	\$ 153,98	16/01/2019
\$ 209,00	B	1 kg.	\$ 8,36	16/01/2019
\$ 10,55	A	1 U.	\$ 10,55	16/01/2019
\$ 13,65	A	1 U.	\$ 13,65	16/01/2019
\$ 326,00	A	1 lt	\$ 32,60	17/01/2019
\$ 2 586,76	F	1 lt	\$ 95,81	21/01/2019
\$ 7 277,54	F	1 m2.	\$ 145,55	21/01/2019
\$ 224,17	F	1 m2.	\$ 448,34	21/01/2019
\$ 67,50	A	1 kg.	\$ 67,50	17/01/2019
\$ 78,27	A	1 kg.	\$ 78,27	17/01/2019
\$ 69,50	A	1 U.	\$ 69,50	17/01/2019
\$ 52,30	F	1 m2.	\$ 52,30	21/01/2019
\$ 77,04	F	1 m2.	\$ 77,04	21/01/2019
\$ 100,67	F	1 m2.	\$ 100,67	21/01/2019
\$ 125,91	F	1 m2.	\$ 125,91	21/01/2019
\$ 1 570,00	A	1 m2.	\$ 157,00	17/01/2019
\$ 3 321,00	A	1 kg.	\$ 33,21	18/01/2019
\$ 48,00	B	1 m2.	\$ 48,00	14/01/2019
\$ 280,00	A	1 m2.	\$ 280,00	14/01/2019
\$ 164,00	E	1 m2.	\$ 32,80	18/01/2019
\$ 7,56	A	1 m2.	\$ 7,56	18/01/2019
\$ 1 444,88	D	1 m2.	\$ 1 444,9	15/01/2019
\$ 25,16	D	1 U.	\$ 25,16	15/01/2019
\$ 241,88	A	1 kg.	\$ 30,24	17/01/2019
\$ 1 865,28	C	1 lt.	\$ 103,63	21/01/2019
\$ 7 729,25	C	1 lt.	\$ 386,46	21/01/2019
\$ 2 228,59	G	1 m.l.	\$ 371,43	21/01/2019
\$ 1 344,00	B	1 m2.	\$ 448,00	21/01/2019
\$ 22,00	B	1 U.	\$ 22,00	19/01/2019
\$ 316,80	B	1 m2.	\$ 110,00	19/01/2019
\$ 151,00	B	1 m.l.	\$ 50,33	14/01/2019
\$ 380,00	B	1 m.l.	\$ 19,00	14/01/2019
\$ 32,00	B	1 kg.	\$ 32,00	14/01/2019
\$ 2 375,00	E	1 m2.	\$ 16,96	14/01/2019
\$ 7 555,92	G	1 m.l.	\$ 1 259,32	14/01/2019

SUSTENTO TECNICO DE APOYO
1 CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2 INCA - Costo de Componentes de Obra
3 EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES
A Bca UNO Montevideo
B Bca. CENTRAL Montevideo
C Pintureria S. WILLIAMS
D HOPRESA
E Plásticos BALDIVIA S.A.
F Bromyros S.A.
G APPELSA

Se mantienen casi la totalidad de proveedores con sus correspondientes suministros. Algunos precios han variado en su proporcionalidad por cambio de proveedor. Tal el caso de la mezcla gruesa.

También puede haber variado la unidad en consideración : p. ej. Son distintos los precios de los materiales a granel, considerados por m2., o por viaje, y aún dentro del primer caso, hay una diferencia de precio importante según que se suministre suelto o embolsado.

\$ 316,53	\$ 225,15	4X6 + 5X7	3 + 8	item 8 x 0,92	item 10 x 0,76	8 x10 X 11
-----------	-----------	-----------	-------	---------------	----------------	------------

0,6	0,4	\$ 279,98	\$ 346,47
			\$ 26,90
0,6	0,25	\$ 246,21	\$ 264,44
			\$ 7,66
0,32	0,00	\$ 101,29	\$ 122,01
0,05	0,05	\$ 27,08	\$ 43,38
0,8	0,45	\$ 354,54	\$ 706,54
			\$ 75,02
			\$ 27,09
0,6	0,3	\$ 257,46	\$ 308,61
			\$ 18,81
0,8	0,45	\$ 354,54	\$ 706,54
			\$ 75,02
			\$ 27,09
0,60	0,50	\$ 302,49	\$ 368,99
			\$ 23,64
0,40	0,10	\$ 149,13	\$ 167,37
			\$ 7,66
0,05	0,05	\$ 27,08	\$ 47,81

	\$ 2 099,81	\$ 3 371,06	0,92	0,76	\$ 1 468,19
--	-------------	-------------	------	------	-------------

[illegible]

COSTO DE MANO DE OBRA	Of.	316,53	VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
	Pp.	225,15	VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019

NOTA: Incluye los laudos más todos los beneficios (descanso intermedio, Incentivo semanal por asistencia, Incentivo mensual, Feriados pagos, etc.)

COSTO DE LEYES SOCIALES	Of.		VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
	Pp.		VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019

NOTA: Los costos por concepto de Leyes Sociales (aportes al BPS) constituyen el 76% del Monto Imponible de la Mano de Obra

ELEM. CONSTRUCTIVO					PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR				
					1		2	3	
DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMEN- SIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM./IT EM		MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIA- LES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

						1 X 2					
M3 (del Ext. al Int.)	Revoque exterior grueso	1,95	cm	1	106	Mezcla grsa.	0,0195	m3.	A	\$ 3 410,0	\$ 66,50
						Portland	3,22	kg.	B	\$ 8,36	\$ 26,90
	Revoque exterior fino	0,5	cm	1	107	Mezcla fina.	0,005	m3.	A	\$ 3 647,7	\$ 18,24
						Portland	0,92	kg.	B	\$ 8,36	\$ 7,66
	Pintura exterior al agua	0,05	cm	3		Pintura al agua	0,2	lt.	C	\$ 103,63	\$ 20,73
	Hidrófugo					Hidrófugo	0,5	lt	A	\$ 32,60	\$ 16,30
	Ladrillo campo común	12	cm	1	85	Lad. Campo común	55	lad.	B	\$ 10,55	\$ 580,25
				1		Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 410,00	\$ 170,50
				3		Portland	5	kg.	B	\$ 8,36	\$ 41,80
	Revoque interior grueso	1,95	cm	1	108	Mezcla grsa.	0,0195	m3.	A	\$ 3 410,00	\$ 66,50
				1		Portland	2,8	kg.	B	\$ 8,36	\$ 23,64
	Revoque interior fino	0,5	cm	1	109	Mezcla fina.	0,005	m3.	A	\$ 3 647,67	\$ 18,24
					Portland	0,92	kg.	B	\$ 8,36	\$ 7,66	
Pintura al agua	0,05	cm	3		Pintura al agua	0,2	lt.	C	\$ 103,63	\$ 20,73	

[illegible]

ELEM. CONSTRUCTIVO					PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR				
					1		2	3	
DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMEN- SIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM.-/IT EM		MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIA- LES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

M4 (del Ext. al Int.)	Revoque exterior grueso	1,95	cm	1	106	Mezcla grsa.	0,0195	m3.	A	\$ 3 410,0	\$ 66,50
						Portland	3,22	kg.	B	\$ 8,36	\$ 26,90
	Revoque exterior fino	0,5	cm	1	107	Mezcla fina.	0,005	m3.	A	\$ 3 647,7	\$ 18,24
						Portland	0,92	kg.	B	\$ 8,36	\$ 7,66
	Pintura exterior al agua	0,05	cm	3		Pintura al agua	0,2	lt.	C	\$ 103,63	\$ 20,73
	Hidrófugo						0,5	lt.	A	\$ 32,60	\$ 16,30
	Ladrillo campo común	12	cm	1	85	Lad. Campo Común	55	lad.	A	\$ 10,55	\$ 580,25
						Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 410,00	\$ 170,50
						Portland	5	kg.	B	\$ 8,36	\$ 41,80
	Bigotes alambre galv No. 18			3		Alambre galv. No. 8	1,4	m.l.	A	\$ 22,83	\$ 31,96
	Cám. Aire	1	cm	-	-	-	-	-	-	0	-
	EPS	3	cm	3	-	EPS 3 cm.	1	m2.	F	\$ 77,04	\$ 77,04
						Emulsión asf.	0,3	kg.	A	\$ 33,21	\$ 9,96
	Ladrillo campo común	12	cm	1	85	Lad. Campo común	55	lad.	A	\$ 10,55	\$ 580,25
						Mezcla grsa.	0,05	m3.	B	\$ 3 410,00	\$ 170,50
						Portland	5	kg.	B	\$ 8,36	\$ 41,80
	Revoque interior grueso	1,8	cm	1	108	Mezcla grsa.	0,018	m3.	A	\$ 3 410,00	\$ 61,38
						Portland	2,6	kg.	B	\$ 8,36	\$ 21,82
	Revoque interior fino	0,5	cm	1	109	Mezcla fina.	0,005	m3.	A	\$ 3 647,67	\$ 18,24
						Portland	0,92	kg.	B	\$ 8,36	\$ 7,66
	Enduido interior	0,2		3		Enduido	2	kg.	B	\$ 19,00	\$ 38,00
	Pintura al agua	0,05	cm	3		Pintura al agua	0,2	lt.	C	\$ 103,63	\$ 20,73

Lista de Precios al 20/01/2019 (Precios CON IVA incluido)					Por viaje /cant	Costo \$	Proveedor	Cant.	Costo \$	Fecha
1	Arena terciada	7	m3.			\$ 5 384,00	B	1 m3.	\$ 769,14	11/01/2019
2	Pedregullo	7	m3.			\$ 7 970,00	B	1 m3.	\$ 1 138,57	11/01/2019
3	Balastro fino de cantera	7	m3.			\$ 4 964,00	A	1 m3.	\$ 709,14	16/01/2019
4	Mezcla gruesa	3	m3.			\$ 10 230,0	A	1 m3.	\$ 3 410,0	08/01/2019
5	Mezcla Fina	3	m3.			\$ 10 943,0	A	1 m3.	\$ 3 647,7	08/01/2019
6	hierro Ø 6 tratado	2,71	kg.			\$ 125,23	A	1 kg.	\$ 46,18	16/01/2019
7	Alambre galvanizado No. 8	1	kg.			\$ 228,32	A	1 m.l.	\$ 22,83	16/01/2019
8	mallla electrosold. C34	1	m2.			\$ 153,98	A	1 m2.	\$ 153,98	16/01/2019
9	Portland saco	25	kg.			\$ 209,00	B	1 kg.	\$ 8,36	16/01/2019
10	Ladrillo de campo común	1	U.			\$ 10,55	A	1 U.	\$ 10,55	16/01/2019
11	Ladrillo de campo p/visto	1	U.			\$ 13,65	A	1 U.	\$ 13,65	16/01/2019
12	Hidrófugo SIKA	10	lt.			\$ 326,00	A	1 lt	\$ 32,60	17/01/2019
13	Basecoat	27	lt			\$ 2 586,76	F	1 lt	\$ 95,81	21/01/2019
14	Red de fibra de vidrio (mallla)	50	m2.			\$ 7 277,54	F	1 m2.	\$ 145,55	21/01/2019
15	Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5	m2.			\$ 224,17	F	1 m2.	\$ 448,34	21/01/2019
16	Alambre negro No. 18 x kg.	1	kg.			\$ 67,50	A	1 kg.	\$ 67,50	17/01/2019
17	Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1	kg.			\$ 78,27	A	1 kg.	\$ 78,27	17/01/2019
18	Tabla encofrado 0,15 x 3,30	1	U.			\$ 69,50	A	1 U.	\$ 69,50	17/01/2019
19	EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1	m2.			\$ 52,30	F	1 m2.	\$ 52,30	21/01/2019
20	EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1	m2.			\$ 77,04	F	1 m2.	\$ 77,04	21/01/2019
21	EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1	m2.			\$ 100,67	F	1 m2.	\$ 100,67	21/01/2019
22	EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1	m2.			\$ 125,91	F	1 m2.	\$ 125,91	21/01/2019
23	Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10	m2.			\$ 1 570,00	A	1 m2.	\$ 157,00	17/01/2019
24	Emulsión asfáltica	100	kg.			\$ 3 321,00	A	1 kg.	\$ 33,21	18/01/2019
25	Malla fibra de vidrio	1	m2.			\$ 48,00	B	1 m2.	\$ 48,00	14/01/2019
26	Cerámica para pisos estandar	1	m2.			\$ 280,00	A	1 m2.	\$ 280,00	14/01/2019
27	Polietileno 200µ	5	m2			\$ 164,00	E	1 m2.	\$ 32,80	18/01/2019
28	papep kraft	1	m2			\$ 7,56	A	1 m2.	\$ 7,56	18/01/2019
29	Bovedilla + vigueta de hormigón	1	m2.			\$ 1 444,88	D	1 m2.	\$ 1 444,9	15/01/2019
30	Bloque H*12x19x39 vibr/pr. Split	1	U.			\$ 25,16	D	1 U.	\$ 25,16	15/01/2019
31	Cal para blanqueo	8	kg.			\$ 241,88	A	1 kg.	\$ 30,24	17/01/2019
32	Pintura al agua	18	lt.			\$ 1 865,28	C	1 lt.	\$ 103,63	21/01/2019
33	Revestim. Texturable Acrílico	20	lt.			\$ 7 729,25	C	1 lt.	\$ 386,46	21/01/2019
34	Perfil "U" galvanizado 80x64	6	m.			\$ 2 228,59	G	1 m.l.	\$ 371,43	21/01/2019
35	Chapa Econopanel color cal 26	3	m.			\$ 1 344,00	B	1 m2.	\$ 448,00	21/01/2019
36	Tíchole 12 X 25 X 25	1	U.			\$ 22,00	B	1 U.	\$ 22,00	19/01/2019
37	Placa de yeso 1,25 cm espesor	2,88	m2.			\$ 316,80	B	1 m2.	\$ 110,00	19/01/2019
38	Soleras	3	m.l.			\$ 151,00	B	1 m.l.	\$ 50,33	14/01/2019
39	Enduido	20	kg.			\$ 380,00	B	1 m.l.	\$ 19,00	14/01/2019
40	Masilla	1	kg.			\$ 32,00	B	1 kg.	\$ 32,00	14/01/2019
41	Polietileno 100µ	140	m2.			\$ 2 375,00	E	1 m2.	\$ 16,96	14/01/2019
42	Perfil PNI 20	6	m.			\$ 7 555,92	G	1 m.l.	\$ 1 259,32	14/01/2019

TIPO DE CAMBIO AL 3/01/19	1 U\$S	=	\$ 33,14
Se toma el tipo de cambio oficial BROU valor dólar venta.			

SUSTENTO TECNICO DE APOYO	
1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES	
A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

Se mantienen casi la totalidad de proveedores con sus correspondientes suministros. Algunos precios han variado en su prorcionalidad por cambio de proveedor. Tal el caso de la mezcla gruesa.

También puede haber variado la unidad en consideración : p. ej. Son distintos los precios de los materiales a granel, considerados por m2., o por viaje, y aún dentro del primer caso, hay una diferencia de precio importante según que se suministre suelto o embolsado.

LAUDO OFICIAL MTSS	
4	5
VALOR de la HORA de OFICIAL	VALOR de la HORA de PEON Pr.
\$ 316,53	\$ 225,15

COSTO DE LA MANO DE OBRA		
6	7	8
Cant. Hs. OF. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	Cant. Hs. P. Pr. p/la UNIDAD de CERR. ANALIZ.	COSTO MANO de OBRA de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.

COSTO TOTAL
9
COSTO TOTAL DE LA UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

B.P.S.		(BANCO DE PREVISION SOCIAL)
10	11	12
MONTO IMPONIBLE = 0,92x ítem 8	% sobre M. Imp. = 0,76 x M. Imp.	LEYES SOCIALES para la UNIDAD

		4X6 + 5X7	3 + 8
0,6	0,4	\$ 279,98	\$ 346,47
			\$ 26,90
0,6	0,25	\$ 246,21	\$ 264,44
			\$ 7,66
0,32	0,00	\$ 101,29	\$ 122,01
0,05	0,05	\$ 27,08	\$ 43,38
1,40	0,80	\$ 623,26	\$ 1 203,51
			\$ 170,50
			\$ 41,80
0,15	0,00	\$ 47,48	\$ 79,44
-	-	-	-
0,10	0,10	\$ 54,17	\$ 131,21
0,05	0,05	\$ 27,08	\$ 37,05
1,40	0,80	\$ 623,26	\$ 1 203,51
			\$ 170,50
			\$ 41,80
0,60	0,50	\$ 302,49	\$ 363,87
			\$ 21,82
0,40	0,10	\$ 149,13	\$ 167,37
			\$ 7,66
0,65	0,00	\$ 205,74	\$ 243,74
0,32	0,00	\$ 101,29	\$ 122,01

item 8 x 0,92	item 10 x 0,76	8 x10 X 11
---------------	----------------	------------

	\$ 2 788,47	\$ 4 816,68	0,92	0,76	\$ 1 949,70
--	-------------	-------------	------	------	-------------

[illegible]

COSTO DE MANO DE OBRA	Of.	316,53	VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
	Pp.	225,15	VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
NOTA: Incluye los laudos más todos los beneficios (descanso intermedio, Incentivo semanal por asistencia, Incentivo mensual, Feriados pagos, etc.)				
COSTO DE LEYES SOCIALES	Of.		VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
	Pp.		VIGENCIA:	1/AGO/2018 al 30/ JUNIO/2019
NOTA: Los costos por concepto de Leyes Sociales (aportes al BPS) constituyen el 76% del Monto Imponible de la Mano de Obra				

ELEM. CONSTRUCTIVO				PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR				
				1		2	3	
DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMEN- SIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM./IT EM	MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIA- LES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA

										1 X 2		
M6 (del Ext. al Int.)	Revestim. texturable acrilico color	0,6	cm.	3			Revest.Text. Acrílico	0,67	lt	C	\$ 386,5	\$ 259,70
	Basecoat	0,5	cm.	3			Basecoat	0,53	lt	F	\$ 95,81	\$ 50,30
	EPS	5	cm.	3			EPS	1	m2.	F	\$ 448,34	\$ 448,34
	Basecoat	9,5	cm.	3			Basecoat	0,53	lt.	F	\$ 95,81	\$ 50,30
	Membrana líquida (emulsión)	0,6	cm	1			Membrana líquida	0,61	lt.	A	\$ 33,2	\$ 20,32
	Bloque de hormigón vibrado	12	cm	1	86		Bloques	13	U.	D	\$ 25,16	\$ 327,08
							Mezcla grsa.	0,015	m3.	B	\$ 3 410,00	\$ 51,15
							Portland	1,5	kg.	B	\$ 8,36	\$ 12,54
	Montantes	7	cm.	3			Montantes	2,5	m.l.	B	\$ 50,33	\$ 125,83
	Polietileno 100µ	---	---				Polietileno 100µ	1,05	m2.	E	\$ 16,96	\$ 17,81
	Panel de yeso	1,25	cm.	3			Panel de yeso	1,15	m2.	B	\$ 110,00	\$ 126,50
							Masilla	0,22	kg.	B	\$ 32,00	\$ 7,04
							Enduido	1,2	kg.	B	\$ 19,00	\$ 22,80
	Pintura al agua	0,05	cm	3			Pintura al agua	0,2	lt.	C	\$ 103,63	\$ 20,73

								\$ 1 540,44				
Lista de Precios al 20/01/2019 (Precios CON IVA incluido)			Por viaje/ cant				Costo \$	Proveedor	Cant.	Costo \$	Fecha	
Arena terciada			7	m3.	\$ 5 384,00			B	1	m3.	\$ 769,14	11/01/2019
Pedregullo			7	m3.	\$ 7 970,00			B	1	m3.	\$ 1 138,57	11/01/2019
Balastro fino de cantera			7	m3.	\$ 4 964,00			A	1	m3.	\$ 709,14	16/01/2019
Mezcla gruesa			3	m3.	\$ 10 230,0			A	1	m3.	\$ 3 410,0	08/01/2019
Mezcla Fina			3	m3.	\$ 10 943,0			A	1	m3.	\$ 3 647,7	08/01/2019
hierro Ø 6 tratado			2,71	kg.	\$ 125,23			A	1	kg.	\$ 46,18	16/01/2019
Alambre galvanizado No. 8			1	kg.	\$ 228,32			A	1	m.l.	\$ 22,83	16/01/2019
malla electrosold. C34			1	m2.	\$ 153,98			A	1	m2.	\$ 153,98	16/01/2019
Portland saco			25	kg.	\$ 209,00			B	1	kg.	\$ 8,36	16/01/2019
Ladrillo de campo común			1	U.	\$ 10,55			A	1	U.	\$ 10,55	16/01/2019
Ladrillo de campo p/visto			1	U.	\$ 13,65			A	1	U.	\$ 13,65	16/01/2019
Hidrófugo SIKA			10	lt.	\$ 326,00			A	1	lt	\$ 32,60	17/01/2019
Basecoat			27	lt	\$ 2 586,76			F	1	lt	\$ 95,81	21/01/2019
Red de fibra de vidrio (malla)			50	m2.	\$ 7 277,54			F	1	m2.	\$ 145,55	21/01/2019
Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II			0,5	m2.	\$ 224,17			F	1	m2.	\$ 448,34	21/01/2019
Alambre negro No. 18 x kg.			1	kg.	\$ 67,50			A	1	kg.	\$ 67,50	17/01/2019
Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.			1	kg.	\$ 78,27			A	1	kg.	\$ 78,27	17/01/2019
Tabla encofrado 0,15 x 3,30			1	U.	\$ 69,50			A	1	U.	\$ 69,50	17/01/2019
EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I			1	m2.	\$ 52,30			F	1	m2.	\$ 52,30	21/01/2019
EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I			1	m2.	\$ 77,04			F	1	m2.	\$ 77,04	21/01/2019
EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I			1	m2.	\$ 100,67			F	1	m2.	\$ 100,67	21/01/2019
EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I			1	m2.	\$ 125,91			F	1	m2.	\$ 125,91	21/01/2019
Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo			10	m2.	\$ 1 570,00			A	1	m2.	\$ 157,00	17/01/2019
Emulsión asfáltica			100	kg.	\$ 3 321,00			A	1	kg.	\$ 33,21	18/01/2019
Malla fibra de vidrio			1	m2.	\$ 48,00			B	1	m2.	\$ 48,00	14/01/2019
Cerámica para pisos estandar			1	m2.	\$ 280,00			A	1	m2.	\$ 280,00	14/01/2019
Polietileno 200µ			5	m2	\$ 164,00			E	1	m2.	\$ 32,80	18/01/2019
papep kraft			1	m2	\$ 7,56			A	1	m2.	\$ 7,56	18/01/2019
Bovedilla + vigueta de hormigón			1	m2.	\$ 1 444,88			D	1	m2.	\$ 1 444,9	15/01/2019
Bloque H*12x19x39 vibr/pr. Split			1	U.	\$ 25,16			D	1	U.	\$ 25,16	15/01/2019
Cal para blanqueo			8	kg.	\$ 241,88			A	1	kg.	\$ 30,24	17/01/2019
Pintura al agua			18	lt.	\$ 1 865,28			C	1	lt.	\$ 103,63	21/01/2019
Revestim. Texturable Acrilico			20	lt.	\$ 7 729,25			C	1	lt.	\$ 386,46	21/01/2019
Perfil "U" galvanizado 80x64			6	m.	\$ 2 228,59			G	1	m.l.	\$ 371,43	21/01/2019
Chapa Econopanel color cal 26			3	m.	\$ 1 344,00			B	1	m2.	\$ 448,00	21/01/2019
Ticholo 12 X 25 X 25			1	U.	\$ 22,00			B	1	U.	\$ 22,00	19/01/2019
Placa de yeso 1,25 cm espesor			2,88	m2.	\$ 316,80			B	1	m2.	\$ 110,00	19/01/2019
Soleras y Montantes			3	m.l.	\$ 151,00			B	1	m.l.	\$ 50,33	14/01/2019
Enduido			20	kg.	\$ 380,00			B	1	m.l.	\$ 19,00	14/01/2019
Masilla			1	kg.	\$ 32,00			B	1	kg.	\$ 32,00	14/01/2019
Polietileno 100µ			140	m2.	\$ 2 375,00			E	1	m2.	\$ 16,96	14/01/2019
Perfil PNI 20			6	m.	\$ 7 555,92			G	1	m.l.	\$ 1 259,32	14/01/2019
TIPO DE CAMBIO AL 3/01/19 1 U\$S = \$ 33,14 Se toma el tipo de cambio oficial BROU valor dólar venta.				SUSTENTO TECNICO DE APOYO								
				1 CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra								
				2 INCA - Costo de Componentes de Obra								
				3 EMDECO SRL - Empresa Constructora								
				PROVEEDORES								
				A Bca UNO Montevideo								
				B Bca. CENTRAL Montevideo								
				C Pintureria S. WILLIAMS								
				D HOPRESA								
				E Plásticos BALDIVIA S.A.								
				F Bromyros S.A.								
				G APPELSA								

Se mantienen casi la totalidad de proveedores con sus correspondientes suministros. Algunos precios han variado en su prorcionalidad por cambio de proveedor. Tal el caso de la mezcla gruesa.

También puede haber variado la unidad en consideración : p. ej. Son distintos los precios de los materiales a granel, considerados por m2., o por viaje, y aún dentro del primer caso, hay una diferencia de precio importante según que se suministre suelto o embolsado.

ELEM. CONSTRUCTIVO					PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR					
					1		2		3	
DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMEN- SIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM./IT EM		MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIA- LES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	
C1 (del Ext. al Int.)	Chapa Econopanel color Cal 26	1	m2.	3	Chapa econopanel	1,00 m2.	B	\$ 448,00	\$ 448,00	
	Colocación perfil "C" 80 x 64	1	m2.	3	Perfil Galvanizado	0,9 m.l.	G	\$ 371,43	\$ 334,29	
	Pilastra de ladrillo 20 x 20	0,3	m.	1	Lad. Campo común	4,95 lad.	A	\$ 10,55	\$ 52,22	
				1	Mezcla grsa.	0,0045 m3.	B	\$ 3 410,00	\$ 15,35	
				3	Portland	0,45 kg.	B	\$ 8,36	\$ 3,76	
	EPS 3 cm Tipo I	1	m2.	3	EPS 3 cm. tipo I	1,00 m2.	F	\$ 77,04	\$ 77,04	
				3	Emulsión asf.	0,3 kg.	A	\$ 33,21	\$ 9,96	
	Emulsión Asfáltica 4 manos	1,2	kg.	3	Emulsión asf.	1,2 kg.	A	\$ 33,21	\$ 39,85	
	Contrapiso hormigón pobre	0,05	m.	1	Balastro fino	0,06 m3.	A	\$ 709,14	\$ 42,55	
					Mezcla guesa	0,015 m3.	A	\$ 3 410,00	\$ 51,15	
					Portland	4 kg.	A	\$ 8,36	\$ 33,44	
	Losa de Hormigón armado	0,10	m.	1	Arena terciada	0,0444 m3.	B	\$ 769,14	\$ 34,15	
				1	Pedregullo	0,0889 m3.	B	\$ 1 138,57	\$ 101,22	
				1	Portland	30 kg.	B	\$ 8,36	\$ 250,80	
				1	Hierro redondo	3,77 kg.	A	\$ 46,18	\$ 174,08	
				3	Alambre 14/18	0,11 kg.	A	\$ 67,50	\$ 7,43	
				3	Clavos 2"/2½	0,074 kg.	A	\$ 78,27	\$ 5,79	
				1	Tabla de encofrado	5 pie	A	\$ 6,42	\$ 32,09	
										ítems 1 X 2
										\$ 1 713,17
Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)				Por viaje/cant	Costo \$	Provee-dor	Cant.	Costo \$	Fecha	
1	Arena terciada	7	m3.		\$ 5 384,00	B	1 m3.	\$ 769,14	11/01/2019	
2	Pedregullo	7	m3.		\$ 7 970,00	B	1 m3.	\$ 1 138,57	11/01/2019	
3	Balastro fino de cantera	7	m3.		\$ 4 964,00	A	1 m3.	\$ 709,14	16/01/2019	
4	Mezcla gruesa	3	m3.		\$ 10 230,0	A	1 m3.	\$ 3 410,0	08/01/2019	
5	Mezcla Fina	3	m3.		\$ 10 943,0	A	1 m3.	\$ 3 647,7	08/01/2019	
6	hierro Ø 6 tratado	2,71	kg.		\$ 125,23	A	1 kg.	\$ 46,18	16/01/2019	
7	Alambre galvanizado No. 8	1	kg.		\$ 228,32	A	1 m.l.	\$ 22,83	16/01/2019	
8	mallá electrosold. C34	1	m2.		\$ 153,98	A	1 m2.	\$ 153,98	16/01/2019	
9	Portland saco	25	kg.		\$ 209,00	B	1 kg.	\$ 8,36	16/01/2019	
10	Ladrillo de campo común	1	U.		\$ 10,55	A	1 U.	\$ 10,55	16/01/2019	
11	Ladrillo de campo p/visto	1	U.		\$ 13,65	A	1 U.	\$ 13,65	16/01/2019	
12	Hidrófugo SIKA	10	lt.		\$ 326,00	A	1 lt	\$ 32,60	17/01/2019	
13	Basecoat	27	lt		\$ 2 586,76	F	1 lt	\$ 95,81	21/01/2019	
14	Red de fibra de vidrio (mallá)	50	m2.		\$ 7 277,54	F	1 m2.	\$ 145,55	21/01/2019	
15	Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5	m2.		\$ 224,17	F	1 m2.	\$ 448,34	21/01/2019	
16	Alambre negro No. 18 x kg.	1	kg.		\$ 67,50	A	1 kg.	\$ 67,50	17/01/2019	
17	Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1	kg.		\$ 78,27	A	1 kg.	\$ 78,27	17/01/2019	
18	Tabla encofrado 0,15x3,30 = 10,83 pies	10,8	pies		\$ 69,50	A	1 pié	\$ 6,42	17/01/2019	
19	EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1	m2.		\$ 52,30	F	1 m2.	\$ 52,30	21/01/2019	
20	EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1	m2.		\$ 77,04	F	1 m2.	\$ 77,04	21/01/2019	
21	EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1	m2.		\$ 100,67	F	1 m2.	\$ 100,67	21/01/2019	
22	EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1	m2.		\$ 125,91	F	1 m2.	\$ 125,91	21/01/2019	
23	Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10	m2.		\$ 1 570,00	A	1 m2.	\$ 157,00	17/01/2019	
24	Emulsión asfáltica	100	kg.		\$ 3 321,00	A	1 kg.	\$ 33,21	18/01/2019	
25	Malla fibra de vidrio	1	m2.		\$ 48,00	B	1 m2.	\$ 48,00	14/01/2019	
26	Cerámica para pisos estandar	1	m2.		\$ 280,00	A	1 m2.	\$ 280,00	14/01/2019	
27	Polietileno 200µ	5	m2		\$ 164,00	E	1 m2.	\$ 32,80	18/01/2019	
28	papep kraft	1	m2		\$ 7,56	A	1 m2.	\$ 7,56	18/01/2019	
29	Bovedilla + vigueta de hormigón	1	m2.		\$ 1 444,88	D	1 m2.	\$ 1 444,9	15/01/2019	
30	Bloque H*12x19x39 vibr/pr. Split	1	U.		\$ 25,16	D	1 U.	\$ 25,16	15/01/2019	
31	Cal para blanqueo	8	kg.		\$ 241,88	A	1 kg.	\$ 30,24	17/01/2019	
32	Pintura al agua	18	lt.		\$ 1 865,28	C	1 lt.	\$ 103,63	21/01/2019	
33	Revestim. Texturable Acrílico	20	lt.		\$ 7 729,25	C	1 lt.	\$ 386,46	21/01/2019	
34	Perfil "U" galvanizado 80x64	6	m.		\$ 2 228,59	G	1 m.l.	\$ 371,43	21/01/2019	
35	Chapa Econopanel color cal 26	3	m.		\$ 1 344,00	B	1 m2.	\$ 448,00	21/01/2019	
36	Ticholo 12 X 25 X 25	1	U.		\$ 22,00	B	1 U.	\$ 22,00	19/01/2019	
37	Placa de yeso 1,25 cm espesor	2,88	m2.		\$ 316,80	B	1 m2.	\$ 110,00	19/01/2019	
38	Soleras	3	m.l.		\$ 151,00	B	1 m.l.	\$ 50,33	14/01/2019	
39	Enduido	20	kg.		\$ 380,00	B	1 m.l.	\$ 19,00	14/01/2019	
40	Masilla	1	kg.		\$ 32,00	B	1 kg.	\$ 32,00	14/01/2019	
41	Polietileno 100µ	140	m2.		\$ 2 375,00	E	1 m2.	\$ 16,96	14/01/2019	
42	Perfil PNI 20	6	m.		\$ 7 555,92	G	1 m.l.	\$ 1 259,32	14/01/2019	
TIPO DE CAMBIO AL 3/01/19 1 U\$S = \$ 33,14 Se toma el tipo de cambio oficial BROU valor dólar venta.					SUSTENTO TECNICO DE APOYO					
					1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra				
					2	INCA - Costo de Componentes de Obra				
					3	EMDECO SRL - Empresa Constructora				
					PROVEEDORES					
					A	Bca UNO Montevideo				
					B	Bca. CENTRAL Montevideo				
					C	Pintureria S. WILLIAMS				
					D	HOPRESA				
					E	Plásticos BALDIVIA S.A.				
					F	Bromyros S.A.				
					G	APPELSA				

Se mantienen casi la totalidad de proveedores con sus correspondientes suministros. Algunos precios han variado en su prporcionalidad por cambio de proveedor. Tal el caso de la mezcla gruesa.

También puede haber variado la unidad en consideración : p. ej. Son distintos los precios de los materiales a granel, considerados por m2., o por viaje, y aún dentro del primer caso, hay una diferencia de precio importante según que se suministre suelto o embolsado.

[illegible]

ELEM. CONSTRUCTIVO					PRECIOS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR					
					1		2		3	
DESCRIPCION de las DISTINTAS CAPAS	DIMEN- SIONES de las CAPAS	U.	FUENTE de INFORM./IT EM		MATERIALES DE LA UNIDAD ANALIZADA	CANT. por UNIDAD de CERRAM. ANALIZ.	FUENTE DE INFORM.	PRECIO UNITARIO de los MATERIA- LES	COSTO de los MATERIALES de la UNIDAD de CERRAM. ANALIZADA	
										Ítems 1 X 2
Mem. asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	1,1	m2.	3		Mem. asf. c/Alum.	1,10	m2.	A	\$ 157,00	\$ 172,70
Emulsión Asfáltica	0,3	kg.	3		Emulsión asf.	0,3	kg.	A	\$ 33,21	\$ 9,96
Contrapiso hormigón pobre	0,05	m.	1	118	Balastro fino	0,06	m3.	A	\$ 709,14	\$ 42,55
					Mezcla guesa	0,015	m3.	A	\$ 3 410,00	\$ 51,15
					Portland	4	kg.	A	\$ 8,36	\$ 33,44
Losa de Hormigón armado	0,13	m.	1	65	Arena terciada	0,06	m3.	B	\$ 769,14	\$ 44,39
			1	65	Pedregullo	0,12	m3.	B	\$ 1 138,57	\$ 131,58
			1	65	Portland	39,00	kg.	B	\$ 8,36	\$ 326,04
			1	56	Hierro redondo	4,90	kg.	A	\$ 46,18	\$ 226,31
			3		Alambre 14/18	0,14	kg.	A	\$ 67,50	\$ 9,65
			3		Clavos 2" /2½	0,10	kg.	A	\$ 78,27	\$ 7,53
			1	48	Tabla de encofrado	5	pie	A	\$ 6,42	\$ 32,09
										\$ 1 087,40

Lista de Precios al 1/12/2017 (Precios CON IVA incluido)				Por viaje/ cant	Costo \$	Provee- dor	Cant.	Costo \$	Fecha
1	Arena terciada	7	m3.		\$ 5 384,00	B	1 m3.	\$ 769,14	11/01/2019
2	Pedregullo	7	m3.		\$ 7 970,00	B	1 m3.	\$ 1 138,57	11/01/2019
3	Balastro fino de cantera	7	m3.		\$ 4 964,00	A	1 m3.	\$ 709,14	16/01/2019
4	Mezcla gruesa	3	m3.		\$ 10 230,0	A	1 m3.	\$ 3 410,0	08/01/2019
5	Mezcla Fina	3	m3.		\$ 10 943,0	A	1 m3.	\$ 3 647,7	08/01/2019
6	hierro Ø 6 tratado	2,71	kg.		\$ 125,23	A	1 kg.	\$ 46,18	16/01/2019
7	Alambre galvanizado No. 8	1	kg.		\$ 228,32	A	1 m.l.	\$ 22,83	16/01/2019
8	mallá electrosold. C34	1	m2.		\$ 153,98	A	1 m2.	\$ 153,98	16/01/2019
9	Portland saco	25	kg.		\$ 209,00	B	1 kg.	\$ 8,36	16/01/2019
10	Ladrillo de campo común	1	U.		\$ 10,55	A	1 U.	\$ 10,55	16/01/2019
11	Ladrillo de campo p/visto	1	U.		\$ 13,65	A	1 U.	\$ 13,65	16/01/2019
12	Hidrófugo SIKA	10	lt.		\$ 326,00	A	1 lt.	\$ 32,60	17/01/2019
13	Basecoat	27	lt		\$ 2 586,76	F	1 lt	\$ 95,81	21/01/2019
14	Red de fibra de vidrio (mallá)	50	m2.		\$ 7 277,54	F	1 m2.	\$ 145,55	21/01/2019
15	Espuma Plast 5 cm. espesor Tipo II	0,5	m2.		\$ 224,17	F	1 m2.	\$ 448,34	21/01/2019
16	Alambre negro No. 18 x kg.	1	kg.		\$ 67,50	A	1 kg.	\$ 67,50	17/01/2019
17	Clavos 2" y 2 y 1/2" x kg.	1	kg.		\$ 78,27	A	1 kg.	\$ 78,27	17/01/2019
18	Tabla encofrado 0,15x3,30 = 10,83 pies	10,8	pies		\$ 69,50	A	1 pié	\$ 6,42	17/01/2019
19	EspumaPlast 2 cm. espesor Tipo I	1	m2.		\$ 52,30	F	1 m2.	\$ 52,30	21/01/2019
20	EspumaPlast 3 cm. espesor Tipo I	1	m2.		\$ 77,04	F	1 m2.	\$ 77,04	21/01/2019
21	EspumaPlast 4 cm. espesor Tipo I	1	m2.		\$ 100,67	F	1 m2.	\$ 100,67	21/01/2019
22	EspumaPlast 5 cm. espesor Tipo I	1	m2.		\$ 125,91	F	1 m2.	\$ 125,91	21/01/2019
23	Membrana asf. c/Aluminio 40 kg. x rollo	10	m2.		\$ 1 570,00	A	1 m2.	\$ 157,00	17/01/2019
24	Emulsión asfáltica	100	kg.		\$ 3 321,00	A	1 kg.	\$ 33,21	18/01/2019
25	Malla fibra de vidrio	1	m2.		\$ 48,00	B	1 m2.	\$ 48,00	14/01/2019
26	Cerámica para pisos estandar	1	m2.		\$ 280,00	A	1 m2.	\$ 280,00	14/01/2019
27	Polietileno 200µ	5	m2		\$ 164,00	E	1 m2.	\$ 32,80	18/01/2019
28	papep kraft	1	m2		\$ 7,56	A	1 m2.	\$ 7,56	18/01/2019
29	Bovedilla + vigueta de hormigón	1	m2.		\$ 1 444,88	D	1 m2.	\$ 1 444,9	15/01/2019
30	Bloque H"12x19x39 vibr/pr. Split	1	U.		\$ 25,16	D	1 U.	\$ 25,16	15/01/2019
31	Cal para blanqueo	8	kg.		\$ 241,88	A	1 kg.	\$ 30,24	17/01/2019
32	Pintura al agua	18	lt.		\$ 1 865,28	C	1 lt.	\$ 103,63	21/01/2019
33	Revestim. Texturable Acrílico	20	lt.		\$ 7 729,25	C	1 lt.	\$ 386,46	21/01/2019
34	Perfil "U" galvanizado 80x64	6	m.		\$ 2 228,59	G	1 m.l.	\$ 371,43	21/01/2019
35	Chapa Econopanel color cal 26	3	m.		\$ 1 344,00	B	1 m2.	\$ 448,00	21/01/2019
36	Ticholo 12 X 25 X 25	1	U.		\$ 22,00	B	1 U.	\$ 22,00	19/01/2019
37	Placa de yeso 1,25 cm espesor	2,88	m2.		\$ 316,80	B	1 m2.	\$ 110,00	19/01/2019
38	Soleras	3	m.l.		\$ 151,00	B	1 m.l.	\$ 50,33	14/01/2019
39	Enduido	20	kg.		\$ 380,00	B	1 m.l.	\$ 19,00	14/01/2019
40	Masilla	1	kg.		\$ 32,00	B	1 kg.	\$ 32,00	14/01/2019
41	Polietileno 100µ	140	m2.		\$ 2 375,00	E	1 m2.	\$ 16,96	14/01/2019
42	Perfil PNI 20	6	m.		\$ 7 555,92	G	1 m.l.	\$ 1 259,32	14/01/2019

TIPO DE CAMBIO AL 3/01/19 1 U\$S = \$ 33,14
Se toma el tipo de cambio oficial BROU valor dólar venta.

Se mantienen casi la totalidad de proveedores con sus correspondientes suministros. Algunos precios han variado en su prporcionalidad por cambio de proveedor. Tal el caso de la mezcla gruesa.

También puede haber variado la unidad en consideración : p. ej. Son distintos los precios de los materiales a granel, considerados por m2., o por viaje, y aún dentro del primer caso, hay una diferencia de precio importante según que se suministre suelto o embolsado.

SUSTENTO TECNICO DE APOYO	
1	CAVIGLIA - Analisis Costos y Comp. de Obra
2	INCA - Costo de Componentes de Obra
3	EMDECO SRL - Empresa Constructora

PROVEEDORES	
A	Bca UNO Montevideo
B	Bca. CENTRAL Montevideo
C	Pintureria S. WILLIAMS
D	HOPRESA
E	Plásticos BALDIVIA S.A.
F	Bromyros S.A.
G	APPELSA

[illegible]

R.O.U. --- M.T.S.S. --- LAUDOS VIGENTES EN EL PERIODO : 1º/08/18 AL 30/06/19

CATEGORIA	JORNAL ANT.	JORNAL 8 HORAS	JORNAL HORA	DESC. INTERM.	R.H.T.	Subtotal HORA	INCENT. SEMANAL	PART. FIJA ALIM.	TOTAL HORA	FERIAD. PAGOS	HORAS LLUVIA	INCENT. MENSU AL	ASAMB. DE SEGUR.	TOTAL PARA PRESU- PUEST.	MONTO IMP.
III PEON COMUN,CANCHERO	1028,07	1098,48	137,31	8,58	15,18	161,07	15,60	13,10	189,77	4,39	4,67	6,87	3,27	208,97	167,44
IV PEON PRACTICO	1120,06	1196,79	149,60	9,35	15,18	174,13	17,00	13,10	204,23	4,79	5,09	7,48	3,56	225,14	182,43
V MEDIO OFICIAL ALBAÑIL	1212,29	1295,33	161,92	10,12	18,42	190,45	18,40	13,10	221,95	5,18	5,51	8,10	3,86	244,59	197,45
V MEDIO OFICIAL HERRERO	1212,29	1295,33	161,92	10,12	18,42	190,45	18,40	13,10	221,95	5,18	5,51	8,10	3,86	244,59	197,45
V MEDIO OFICIAL PINTOR	1212,29	1295,33	161,92	10,12	18,42	190,45	18,40	13,10	221,95	5,18	5,51	8,10	3,86	244,59	197,45
VI M.OF. CARP. SANIT. ELECT.	1311,95	1401,82	175,23	10,95	18,42	204,60	19,91	13,10	237,61	5,61	5,96	8,76	4,17	262,11	213,68
VII OFICIAL PAVIMENTO	1413,49	1510,31	188,79	11,80	18,42	219,00	21,45	13,10	253,56	6,04	6,42	9,44	4,49	279,95	230,22
VIII OFICIAL ALBAÑIL	1621,56	1732,64	216,58	13,54	18,42	248,53	24,61	13,10	286,24	6,93	7,36	10,83	5,16	316,52	264,11
VIII OFICIAL HERRERO	1621,56	1732,64	216,58	13,54	18,42	248,53	24,61	13,10	286,24	6,93	7,36	10,83	5,16	316,52	264,11
VIII OFICIAL PINTOR	1621,56	1732,64	216,58	13,54	18,42	248,53	24,61	13,10	286,24	6,93	7,36	10,83	5,16	316,52	264,11
VIII OFICIAL SANITARIO	1621,56	1732,64	216,58	13,54	18,42	248,53	24,61	13,10	286,24	6,93	7,36	10,83	5,16	316,52	264,11
IX OFICIAL FINALISTA	1727,96	1846,34	230,79	14,42	18,42	263,63	26,23	13,10	302,96	7,39	7,85	11,54	5,50	335,23	281,44
IX OFICIAL CARPINTERO	1727,96	1846,34	230,79	14,42	18,42	263,63	26,23	13,10	302,96	7,39	7,85	11,54	5,50	335,23	281,44

Compensación desgaste ropa			5,000%	1295,33	64,77		R.T.		121,42
Compensación desgaste herramientas			2,000%	1295,33	25,91		R.H.T.		147,33
Compensación transporte			4,374%	1295,33	56,66				
Compensación transporte Mensual									
Compensación trabajo en altura		> 10 mts.	9,00%	1295,33	116,58				
Partida Alimentaria		cada (8 hs 48 min) 8,8 hs. o fracción			115,28				
INCREMENTO DE SALARIOS BASICO	6,85%								
TRASLADO A PRECIOS BASICO	6,85%								

Ejemplo de planillas de datos registrados por los microadquisidores en los Estudios de Caso seleccionados

paginas 1 a 23 de 239 - el resto de los registros de los Estudios de Caso se encuentran en el CD adjunto a la Tesis

Título de trazado: zt diurno inv - Covireus Ansina 1017 apto 302

N.º	Fecha	Tiempo, GMT-03:00	Temp, °C (LGR S/N: 10780232, SEN S/N: 10780232)	HR, % (LGR S/N: 10780232, SEN S/N: 10780232)	Pt rocío, °C (LGR S/N: 10780232, SEN S/N: 10780232)
1	15/07/18	12:00:00 AM	15,679	86,72	13,49
2	15/07/18	12:15:00 AM	15,679	86,465	13,445
3	15/07/18	12:30:00 AM	15,87	86,34	13,61
4	15/07/18	12:45:00 AM	15,703	86,34	13,446
5	15/07/18	01:00:00 AM	15,56	86,849	13,395
6	15/07/18	01:15:00 AM	15,512	87,111	13,395
7	15/07/18	01:30:00 AM	15,703	86,592	13,491
8	15/07/18	01:45:00 AM	15,894	85,732	13,525
9	15/07/18	02:00:00 AM	16,013	84,817	13,477
10	15/07/18	02:15:00 AM	16,061	84,279	13,426
11	15/07/18	02:30:00 AM	16,037	83,766	13,309
12	15/07/18	02:45:00 AM	15,965	84,177	13,314
13	15/07/18	03:00:00 AM	15,87	84,389	13,259
14	15/07/18	03:15:00 AM	15,775	84,822	13,244
15	15/07/18	03:30:00 AM	15,703	85,044	13,214
16	15/07/18	03:45:00 AM	15,703	84,933	13,194
17	15/07/18	04:00:00 AM	15,631	85,27	13,184
18	15/07/18	04:15:00 AM	15,584	85,501	13,179
19	15/07/18	04:30:00 AM	15,56	85,501	13,155
20	15/07/18	04:45:00 AM	15,536	85,501	13,132
21	15/07/18	05:00:00 AM	15,56	85,271	13,114
22	15/07/18	05:15:00 AM	15,512	85,272	13,067
23	15/07/18	05:30:00 AM	15,488	85,048	13,003
24	15/07/18	05:45:00 AM	15,44	84,938	12,937
25	15/07/18	06:00:00 AM	15,488	84,503	12,905
26	15/07/18	06:15:00 AM	15,44	84,19	12,802
27	15/07/18	06:30:00 AM	15,417	83,884	12,723
28	15/07/18	06:45:00 AM	15,393	83,784	12,681
29	15/07/18	07:00:00 AM	15,393	83,295	12,592
30	15/07/18	07:15:00 AM	15,393	82,733	12,488
31	15/07/18	07:30:00 AM	15,393	82,642	12,472
32	15/07/18	07:45:00 AM	15,345	82,375	12,375
33	15/07/18	08:00:00 AM	15,321	82,113	12,304
34	15/07/18	08:15:00 AM	15,297	81,858	12,233
35	15/07/18	08:30:00 AM	15,345	81,521	12,217
36	15/07/18	08:45:00 AM	15,297	81,198	12,11
37	15/07/18	09:00:00 AM	15,297	81,039	12,08
38	15/07/18	09:15:00 AM	15,249	81,042	12,034
39	15/07/18	09:30:00 AM	15,321	81,277	12,148
40	15/07/18	09:45:00 AM	15,989	81,571	12,855
41	15/07/18	10:00:00 AM	16,299	82,697	13,369
42	15/07/18	10:15:00 AM	16,132	81,315	12,947
43	15/07/18	10:30:00 AM	16,132	80,833	12,856
44	15/07/18	10:45:00 AM	16,108	80,221	12,717
45	15/07/18	11:00:00 AM	16,275	73,391	11,526
46	15/07/18	11:15:00 AM	16,394	70,005	10,927
47	15/07/18	11:30:00 AM	16,251	66,866	10,102
48	15/07/18	11:45:00 AM	15,965	69,363	10,378
49	15/07/18	12:00:00 PM	15,727	69,078	10,088
50	15/07/18	12:15:00 PM	15,631	68,892	9,956

51	15/07/18	12:30:00 PM	15,536	68,294	9,735
52	15/07/18	12:45:00 PM	15,631	65,505	9,205
53	15/07/18	01:00:00 PM	15,536	65,722	9,163
54	15/07/18	01:15:00 PM	15,727	66,892	9,608
55	15/07/18	01:30:00 PM	15,87	66,129	9,573
56	15/07/18	01:45:00 PM	15,989	66,386	9,744
57	15/07/18	02:00:00 PM	16,085	67,172	10,011
58	15/07/18	02:15:00 PM	16,251	69,901	10,768
59	15/07/18	02:30:00 PM	16,347	74,168	11,754
60	15/07/18	02:45:00 PM	16,466	73,074	11,644
61	15/07/18	03:00:00 PM	17,061	75,323	12,68
62	15/07/18	03:15:00 PM	17,394	73,159	12,557
63	15/07/18	03:30:00 PM	17,228	67,24	11,117
64	15/07/18	03:45:00 PM	16,966	72,243	11,952
65	15/07/18	04:00:00 PM	17,085	75,071	12,652
66	15/07/18	04:15:00 PM	16,871	76,673	12,767
67	15/07/18	04:30:00 PM	16,847	77,017	12,812
68	15/07/18	04:45:00 PM	16,918	77,422	12,962
69	15/07/18	05:00:00 PM	16,871	77,668	12,964
70	15/07/18	05:15:00 PM	16,633	78,574	12,91
71	15/07/18	05:30:00 PM	16,585	79,046	12,955
72	15/07/18	05:45:00 PM	16,871	79,875	13,393
73	15/07/18	06:00:00 PM	16,775	79,52	13,232
74	15/07/18	06:15:00 PM	16,561	79,464	13,013
75	15/07/18	06:30:00 PM	16,49	79,26	12,904
76	15/07/18	06:45:00 PM	16,347	79,34	12,78
77	15/07/18	07:00:00 PM	16,204	79,847	12,738
78	15/07/18	07:15:00 PM	16,18	79,995	12,743
79	15/07/18	07:30:00 PM	16,108	79,999	12,675
80	15/07/18	07:45:00 PM	16,299	79,483	12,761
81	15/07/18	08:00:00 PM	16,323	79,767	12,839
82	15/07/18	08:15:00 PM	16,251	79,347	12,689
83	15/07/18	08:30:00 PM	16,633	79,459	13,082
84	15/07/18	08:45:00 PM	17,037	78,217	13,234
85	15/07/18	09:00:00 PM	16,871	76,9	12,812
86	15/07/18	09:15:00 PM	16,823	77,312	12,847
87	15/07/18	09:30:00 PM	16,942	76,009	12,703
88	15/07/18	09:45:00 PM	17,109	76,706	13,004
89	15/07/18	10:00:00 PM	16,966	73,258	12,164
90	15/07/18	10:15:00 PM	16,847	75,098	12,427
91	15/07/18	10:30:00 PM	16,68	75,366	12,32
92	15/07/18	10:45:00 PM	16,514	76,161	12,318
93	15/07/18	11:00:00 PM	16,394	76,444	12,259
94	15/07/18	11:15:00 PM	16,228	76,57	12,123
95	15/07/18	11:30:00 PM	16,156	76,523	12,044
96	15/07/18	11:45:00 PM	16,037	77,152	12,053
97	16/07/18	12:00:00 AM	15,989	77,099	11,996
98	16/07/18	12:15:00 AM	15,942	77,453	12,019
99	16/07/18	12:30:00 AM	15,894	77,877	12,056
100	16/07/18	12:45:00 AM	15,822	77,702	11,952
101	16/07/18	01:00:00 AM	15,798	77,466	11,883
102	16/07/18	01:15:00 AM	15,727	77,65	11,85
103	16/07/18	01:30:00 AM	15,703	77,593	11,815
104	16/07/18	01:45:00 AM	15,655	77,777	11,805
105	16/07/18	02:00:00 AM	15,655	77,42	11,735
106	16/07/18	02:15:00 AM	15,608	77,721	11,748
107	16/07/18	02:30:00 AM	15,56	77,907	11,737
108	16/07/18	02:45:00 AM	15,536	77,848	11,703
109	16/07/18	03:00:00 AM	15,512	77,73	11,657

110	16/07/18 03:15:00 AM	15,536	77,728	11,679
111	16/07/18 03:30:00 AM	15,488	77,495	11,588
112	16/07/18 03:45:00 AM	15,44	77,209	11,485
113	16/07/18 04:00:00 AM	15,44	77,152	11,474
114	16/07/18 04:15:00 AM	15,393	77,214	11,44
115	16/07/18 04:30:00 AM	15,417	76,817	11,385
116	16/07/18 04:45:00 AM	15,369	76,933	11,362
117	16/07/18 05:00:00 AM	15,321	76,994	11,327
118	16/07/18 05:15:00 AM	15,297	76,884	11,283
119	16/07/18 05:30:00 AM	15,297	76,555	11,218
120	16/07/18 05:45:00 AM	15,273	76,666	11,217
121	16/07/18 06:00:00 AM	15,345	76,714	11,295
122	16/07/18 06:15:00 AM	15,345	75,319	11,019
123	16/07/18 06:30:00 AM	15,321	73,986	10,727
124	16/07/18 06:45:00 AM	15,249	73,695	10,598
125	16/07/18 07:00:00 AM	15,202	72,724	10,353
126	16/07/18 07:15:00 AM	15,154	72,159	10,191
127	16/07/18 07:30:00 AM	15,154	71,757	10,107
128	16/07/18 07:45:00 AM	15,106	71,34	9,974
129	16/07/18 08:00:00 AM	15,082	70,968	9,873
130	16/07/18 08:15:00 AM	15,034	70,481	9,724
131	16/07/18 08:30:00 AM	15,058	69,849	9,613
132	16/07/18 08:45:00 AM	15,01	69,086	9,403
133	16/07/18 09:00:00 AM	14,986	68,919	9,345
134	16/07/18 09:15:00 AM	14,963	71,122	9,79
135	16/07/18 09:30:00 AM	15,058	72,667	10,203
136	16/07/18 09:45:00 AM	15,417	73,133	10,645
137	16/07/18 10:00:00 AM	15,536	72,217	10,57
138	16/07/18 10:15:00 AM	15,584	71,693	10,507
139	16/07/18 10:30:00 AM	15,655	72,313	10,705
140	16/07/18 10:45:00 AM	15,631	71,156	10,44
141	16/07/18 11:00:00 AM	15,56	73,36	10,829
142	16/07/18 11:15:00 AM	15,512	74,182	10,951
143	16/07/18 11:30:00 AM	15,584	75,689	11,324
144	16/07/18 11:45:00 AM	15,679	75,428	11,364
145	16/07/18 12:00:00 PM	15,655	75,631	11,381
146	16/07/18 12:15:00 PM	15,584	75,489	11,284
147	16/07/18 12:30:00 PM	15,417	75,409	11,106
148	16/07/18 12:45:00 PM	15,273	75,376	10,961
149	16/07/18 01:00:00 PM	15,225	75,284	10,896
150	16/07/18 01:15:00 PM	15,178	74,955	10,784
151	16/07/18 01:30:00 PM	15,13	74,364	10,619
152	16/07/18 01:45:00 PM	15,082	74,104	10,52
153	16/07/18 02:00:00 PM	15,082	73,59	10,416
154	16/07/18 02:15:00 PM	15,034	73,348	10,32
155	16/07/18 02:30:00 PM	15,034	72,865	10,221
156	16/07/18 02:45:00 PM	14,986	73,03	10,209
157	16/07/18 03:00:00 PM	14,986	72,485	10,097
158	16/07/18 03:15:00 PM	14,963	72,526	10,082
159	16/07/18 03:30:00 PM	14,963	72,299	10,035
160	16/07/18 03:45:00 PM	14,939	71,861	9,922
161	16/07/18 04:00:00 PM	14,939	71,228	9,789
162	16/07/18 04:15:00 PM	14,915	70,468	9,607
163	16/07/18 04:30:00 PM	15,249	69,94	9,816
164	16/07/18 04:45:00 PM	15,56	70,692	10,273
165	16/07/18 05:00:00 PM	15,798	70,007	10,356
166	16/07/18 05:15:00 PM	16,275	69,25	10,65
167	16/07/18 05:30:00 PM	16,323	69,921	10,841
168	16/07/18 05:45:00 PM	16,394	70,394	11,011

169	16/07/18 06:00:00 PM	17,014	65,95	10,621
170	16/07/18 06:15:00 PM	16,085	69,283	10,475
171	16/07/18 06:30:00 PM	15,87	69,869	10,395
172	16/07/18 06:45:00 PM	15,703	72,853	10,863
173	16/07/18 07:00:00 PM	15,87	76,175	11,698
174	16/07/18 07:15:00 PM	16,132	76,971	12,11
175	16/07/18 07:30:00 PM	16,371	76,501	12,248
176	16/07/18 07:45:00 PM	16,394	74,622	11,893
177	16/07/18 08:00:00 PM	16,466	72,668	11,56
178	16/07/18 08:15:00 PM	16,323	73,176	11,527
179	16/07/18 08:30:00 PM	16,418	72,595	11,498
180	16/07/18 08:45:00 PM	16,371	74,21	11,786
181	16/07/18 09:00:00 PM	16,514	73,835	11,847
182	16/07/18 09:15:00 PM	16,704	74,492	12,165
183	16/07/18 09:30:00 PM	16,656	74,733	12,169
184	16/07/18 09:45:00 PM	17,252	74,286	12,652
185	16/07/18 10:00:00 PM	17,846	70,852	12,502
186	16/07/18 10:15:00 PM	17,894	71,612	12,711
187	16/07/18 10:30:00 PM	17,751	71,152	12,476
188	16/07/18 10:45:00 PM	17,156	72,653	12,221
189	16/07/18 11:00:00 PM	16,799	74,112	12,18
190	16/07/18 11:15:00 PM	16,609	74,318	12,038
191	16/07/18 11:30:00 PM	16,418	74,341	11,859
192	16/07/18 11:45:00 PM	16,204	75,723	11,931
193	17/07/18 12:00:00 AM	16,132	75,885	11,894
194	17/07/18 12:15:00 AM	15,942	76,062	11,745
195	17/07/18 12:30:00 AM	15,87	76,772	11,816
196	17/07/18 12:45:00 AM	15,798	76,396	11,672
197	17/07/18 01:00:00 AM	15,679	77,595	11,793
198	17/07/18 01:15:00 AM	15,655	77,42	11,735
199	17/07/18 01:30:00 AM	15,56	77,488	11,656
200	17/07/18 01:45:00 AM	15,536	77,608	11,656
201	17/07/18 02:00:00 AM	15,369	77,743	11,52
202	17/07/18 02:15:00 AM	15,345	77,805	11,509
203	17/07/18 02:30:00 AM	15,178	78,062	11,396
204	17/07/18 02:45:00 AM	15,106	78,254	11,364
205	17/07/18 03:00:00 AM	15,082	78,132	11,317
206	17/07/18 03:15:00 AM	15,01	78,262	11,272
207	17/07/18 03:30:00 AM	15,034	78,198	11,283
208	17/07/18 03:45:00 AM	14,986	78,202	11,238
209	17/07/18 04:00:00 AM	14,963	78,266	11,227
210	17/07/18 04:15:00 AM	14,915	78,395	11,205
211	17/07/18 04:30:00 AM	14,915	78,332	11,193
212	17/07/18 04:45:00 AM	14,867	78,274	11,135
213	17/07/18 05:00:00 AM	14,867	78,151	11,111
214	17/07/18 05:15:00 AM	14,819	78,34	11,102
215	17/07/18 05:30:00 AM	14,795	78,468	11,103
216	17/07/18 05:45:00 AM	14,795	78,468	11,103
217	17/07/18 06:00:00 AM	14,771	78,344	11,056
218	17/07/18 06:15:00 AM	14,771	78,407	11,068
219	17/07/18 06:30:00 AM	14,747	78,472	11,057
220	17/07/18 06:45:00 AM	14,747	78,535	11,069
221	17/07/18 07:00:00 AM	14,723	78,858	11,108
222	17/07/18 07:15:00 AM	14,699	78,539	11,023
223	17/07/18 07:30:00 AM	14,652	78,354	10,941
224	17/07/18 07:45:00 AM	14,628	78,356	10,919
225	17/07/18 08:00:00 AM	14,628	78,171	10,883
226	17/07/18 08:15:00 AM	14,604	78,359	10,896
227	17/07/18 08:30:00 AM	14,58	78,298	10,861

228	17/07/18 08:45:00 AM	14,556	78,425	10,862
229	17/07/18 09:00:00 AM	14,58	78,298	10,861
230	17/07/18 09:15:00 AM	14,556	78,363	10,85
231	17/07/18 09:30:00 AM	14,58	78,361	10,873
232	17/07/18 09:45:00 AM	14,532	78,427	10,839
233	17/07/18 10:00:00 AM	14,604	78,998	11,018
234	17/07/18 10:15:00 AM	14,771	79,663	11,308
235	17/07/18 10:30:00 AM	15,082	80,288	11,729
236	17/07/18 10:45:00 AM	15,058	80,07	11,664
237	17/07/18 11:00:00 AM	15,01	80,145	11,632
238	17/07/18 11:15:00 AM	15,01	80,073	11,618
239	17/07/18 11:30:00 AM	14,891	80,374	11,559
240	17/07/18 11:45:00 AM	15,058	80,142	11,678
241	17/07/18 12:00:00 PM	14,963	80,902	11,728
242	17/07/18 12:15:00 PM	14,891	81,381	11,747
243	17/07/18 12:30:00 PM	14,843	81,629	11,747
244	17/07/18 12:45:00 PM	14,795	82,224	11,81
245	17/07/18 01:00:00 PM	15,01	81,055	11,803
246	17/07/18 01:15:00 PM	15,536	80,111	12,138
247	17/07/18 01:30:00 PM	15,798	77,584	11,906
248	17/07/18 01:45:00 PM	15,918	76,936	11,895
249	17/07/18 02:00:00 PM	15,846	76,719	11,782
250	17/07/18 02:15:00 PM	15,775	77,235	11,815
251	17/07/18 02:30:00 PM	16,108	76,473	11,988
252	17/07/18 02:45:00 PM	16,371	76,556	12,259
253	17/07/18 03:00:00 PM	16,514	76,323	12,351
254	17/07/18 03:15:00 PM	16,728	75,31	12,355
255	17/07/18 03:30:00 PM	16,585	75,681	12,291
256	17/07/18 03:45:00 PM	16,371	76,337	12,215
257	17/07/18 04:00:00 PM	16,085	77,983	12,262
258	17/07/18 04:15:00 PM	15,798	79,875	12,349
259	17/07/18 04:30:00 PM	15,775	79,521	12,258
260	17/07/18 04:45:00 PM	15,655	79,185	12,077
261	17/07/18 05:00:00 PM	15,584	79,258	12,022
262	17/07/18 05:15:00 PM	15,488	79,334	11,943
263	17/07/18 05:30:00 PM	15,417	79,829	11,968
264	17/07/18 05:45:00 PM	15,273	80,35	11,927
265	17/07/18 06:00:00 PM	15,273	81,361	12,117
266	17/07/18 06:15:00 PM	15,273	82,557	12,339
267	17/07/18 06:30:00 PM	15,393	83,105	12,557
268	17/07/18 06:45:00 PM	15,798	82,179	12,783
269	17/07/18 07:00:00 PM	17,941	78,271	14,123
270	17/07/18 07:15:00 PM	16,442	80,658	13,125
271	17/07/18 07:30:00 PM	16,275	83,86	13,56
272	17/07/18 07:45:00 PM	16,371	83,262	13,543
273	17/07/18 08:00:00 PM	16,251	82,699	13,322
274	17/07/18 08:15:00 PM	16,371	81,385	13,193
275	17/07/18 08:30:00 PM	16,108	82,705	13,183
276	17/07/18 08:45:00 PM	16,251	87,802	14,245
277	17/07/18 09:00:00 PM	16,299	87,945	14,317
278	17/07/18 09:15:00 PM	16,347	86,213	14,056
279	17/07/18 09:30:00 PM	15,822	86,849	13,654
280	17/07/18 09:45:00 PM	15,727	86,98	13,583
281	17/07/18 10:00:00 PM	15,655	87,656	13,631
282	17/07/18 10:15:00 PM	15,727	87,381	13,654
283	17/07/18 10:30:00 PM	15,631	86,849	13,466
284	17/07/18 10:45:00 PM	15,44	86,849	13,278
285	17/07/18 11:00:00 PM	15,321	87,378	13,253
286	17/07/18 11:15:00 PM	15,202	87,651	13,184

287	17/07/18	11:30:00 PM	15,106	87,79	13,114
288	17/07/18	11:45:00 PM	15,01	87,929	13,044
289	18/07/18	12:00:00 AM	14,963	88,071	13,021
290	18/07/18	12:15:00 AM	14,891	88,07	12,95
291	18/07/18	12:30:00 AM	14,915	88,071	12,974
292	18/07/18	12:45:00 AM	15,942	88,526	14,066
293	18/07/18	01:00:00 AM	16,061	87,248	13,959
294	18/07/18	01:15:00 AM	16,132	86,214	13,846
295	18/07/18	01:30:00 AM	16,228	85,493	13,81
296	18/07/18	01:45:00 AM	16,371	86,338	14,102
297	18/07/18	02:00:00 AM	16,418	84,81	13,873
298	18/07/18	02:15:00 AM	16,204	84,704	13,644
299	18/07/18	02:30:00 AM	16,108	84,706	13,551
300	18/07/18	02:45:00 AM	16,061	86,592	13,843
301	18/07/18	03:00:00 AM	16,061	86,592	13,843
302	18/07/18	03:15:00 AM	16,204	86,464	13,961
303	18/07/18	03:30:00 AM	16,18	85,969	13,849
304	18/07/18	03:45:00 AM	16,037	86,592	13,819
305	18/07/18	04:00:00 AM	15,894	87,247	13,794
306	18/07/18	04:15:00 AM	15,918	86,98	13,771
307	18/07/18	04:30:00 AM	15,775	87,112	13,653
308	18/07/18	04:45:00 AM	15,822	87,382	13,748
309	18/07/18	05:00:00 AM	15,703	87,381	13,63
310	18/07/18	05:15:00 AM	15,775	87,518	13,725
311	18/07/18	05:30:00 AM	15,703	87,246	13,606
312	18/07/18	05:45:00 AM	15,798	87,246	13,7
313	18/07/18	06:00:00 AM	15,751	87,246	13,653
314	18/07/18	06:15:00 AM	15,846	87,519	13,795
315	18/07/18	06:30:00 AM	15,822	87,246	13,724
316	18/07/18	06:45:00 AM	15,798	87,112	13,677
317	18/07/18	07:00:00 AM	15,703	87,381	13,63
318	18/07/18	07:15:00 AM	15,703	87,656	13,679
319	18/07/18	07:30:00 AM	15,703	87,796	13,703
320	18/07/18	07:45:00 AM	15,894	87,382	13,818
321	18/07/18	08:00:00 AM	15,798	86,98	13,653
322	18/07/18	08:15:00 AM	15,775	87,246	13,677
323	18/07/18	08:30:00 AM	15,703	87,112	13,583
324	18/07/18	08:45:00 AM	15,727	87,518	13,678
325	18/07/18	09:00:00 AM	15,703	87,518	13,654
326	18/07/18	09:15:00 AM	15,751	87,656	13,726
327	18/07/18	09:30:00 AM	15,846	87,382	13,771
328	18/07/18	09:45:00 AM	15,918	86,849	13,748
329	18/07/18	10:00:00 AM	15,798	87,246	13,7
330	18/07/18	10:15:00 AM	15,798	87,518	13,748
331	18/07/18	10:30:00 AM	15,798	87,382	13,724
332	18/07/18	10:45:00 AM	15,727	87,656	13,702
333	18/07/18	11:00:00 AM	15,942	88,526	14,066
334	18/07/18	11:15:00 AM	16,704	87,665	14,667
335	18/07/18	11:30:00 AM	16,561	85,845	14,201
336	18/07/18	11:45:00 AM	16,394	86,338	14,126
337	18/07/18	12:00:00 PM	16,775	86,211	14,478
338	18/07/18	12:15:00 PM	16,966	85,137	14,471
339	18/07/18	12:30:00 PM	16,799	85,604	14,392
340	18/07/18	12:45:00 PM	16,918	85,368	14,466
341	18/07/18	01:00:00 PM	16,799	85,604	14,392
342	18/07/18	01:15:00 PM	16,656	86,591	14,429
343	18/07/18	01:30:00 PM	16,561	86,982	14,405
344	18/07/18	01:45:00 PM	16,251	86,72	14,053
345	18/07/18	02:00:00 PM	16,466	87,804	14,457

346	18/07/18 02:15:00 PM	16,394	86,338	14,126
347	18/07/18 02:30:00 PM	16,347	86,464	14,101
348	18/07/18 02:45:00 PM	16,132	86,591	13,913
349	18/07/18 03:00:00 PM	15,846	87,382	13,771
350	18/07/18 03:15:00 PM	15,655	88,521	13,783
351	18/07/18 03:30:00 PM	15,703	89,137	13,937
352	18/07/18 03:45:00 PM	15,918	88,526	14,042
353	18/07/18 04:00:00 PM	15,918	88,377	14,016
354	18/07/18 04:15:00 PM	15,679	88,825	13,859
355	18/07/18 04:30:00 PM	15,536	89,291	13,798
356	18/07/18 04:45:00 PM	15,464	89,613	13,783
357	18/07/18 05:00:00 PM	15,393	89,943	13,769
358	18/07/18 05:15:00 PM	15,369	89,942	13,745
359	18/07/18 05:30:00 PM	15,297	89,94	13,674
360	18/07/18 05:45:00 PM	15,297	89,94	13,674
361	18/07/18 06:00:00 PM	15,369	89,61	13,688
362	18/07/18 06:15:00 PM	15,512	89,132	13,747
363	18/07/18 06:30:00 PM	15,87	88,376	13,969
364	18/07/18 06:45:00 PM	16,061	87,113	13,935
365	18/07/18 07:00:00 PM	16,061	86,592	13,843
366	18/07/18 07:15:00 PM	15,679	87,246	13,583
367	18/07/18 07:30:00 PM	15,536	88,079	13,588
368	18/07/18 07:45:00 PM	15,417	88,819	13,599
369	18/07/18 08:00:00 PM	15,345	89,447	13,637
370	18/07/18 08:15:00 PM	15,297	89,773	13,645
371	18/07/18 08:30:00 PM	15,536	89,452	13,826
372	18/07/18 08:45:00 PM	15,798	90,126	14,201
373	18/07/18 09:00:00 PM	16,108	92,404	14,895
374	18/07/18 09:15:00 PM	16,275	91,803	14,959
375	18/07/18 09:30:00 PM	16,228	90,85	14,75
376	18/07/18 09:45:00 PM	16,49	90,149	14,889
377	18/07/18 10:00:00 PM	16,537	89,643	14,849
378	18/07/18 10:15:00 PM	16,013	89,794	14,357
379	18/07/18 10:30:00 PM	15,775	90,832	14,299
380	18/07/18 10:45:00 PM	15,679	91,579	14,331
381	18/07/18 11:00:00 PM	15,584	91,77	14,268
382	18/07/18 11:15:00 PM	15,536	91,966	14,254
383	18/07/18 11:30:00 PM	15,584	91,383	14,203
384	18/07/18 11:45:00 PM	15,488	91,571	14,14
385	19/07/18 12:00:00 AM	15,56	91,968	14,278
386	19/07/18 12:15:00 AM	15,584	91,008	14,139
387	19/07/18 12:30:00 AM	15,464	91,378	14,084
388	19/07/18 12:45:00 AM	15,417	91,567	14,069
389	19/07/18 01:00:00 AM	15,369	91,76	14,054
390	19/07/18 01:15:00 AM	15,369	91,958	14,087
391	19/07/18 01:30:00 AM	15,345	91,957	14,063
392	19/07/18 01:45:00 AM	15,321	91,956	14,039
393	19/07/18 02:00:00 AM	15,321	92,157	14,073
394	19/07/18 02:15:00 AM	15,321	92,157	14,073
395	19/07/18 02:30:00 AM	15,321	92,362	14,107
396	19/07/18 02:45:00 AM	15,321	92,571	14,142
397	19/07/18 03:00:00 AM	15,321	92,362	14,107
398	19/07/18 03:15:00 AM	15,321	92,571	14,142
399	19/07/18 03:30:00 AM	15,297	92,569	14,118
400	19/07/18 03:45:00 AM	15,345	93,001	14,237
401	19/07/18 04:00:00 AM	15,297	92,569	14,118
402	19/07/18 04:15:00 AM	15,297	92,782	14,154
403	19/07/18 04:30:00 AM	15,297	92,569	14,118
404	19/07/18 04:45:00 AM	15,297	92,569	14,118

405	19/07/18 05:00:00 AM	15,273	92,568	14,094
406	19/07/18 05:15:00 AM	15,273	92,568	14,094
407	19/07/18 05:30:00 AM	15,297	92,569	14,118
408	19/07/18 05:45:00 AM	15,273	92,78	14,13
409	19/07/18 06:00:00 AM	15,273	92,78	14,13
410	19/07/18 06:15:00 AM	15,345	92,784	14,201
411	19/07/18 06:30:00 AM	15,321	92,783	14,178
412	19/07/18 06:45:00 AM	15,297	92,782	14,154
413	19/07/18 07:00:00 AM	15,273	92,78	14,13
414	19/07/18 07:15:00 AM	15,273	92,996	14,166
415	19/07/18 07:30:00 AM	15,321	92,783	14,178
416	19/07/18 07:45:00 AM	15,297	92,782	14,154
417	19/07/18 08:00:00 AM	15,297	92,782	14,154
418	19/07/18 08:15:00 AM	15,297	92,998	14,19
419	19/07/18 08:30:00 AM	15,345	93,001	14,237
420	19/07/18 08:45:00 AM	15,321	92,999	14,214
421	19/07/18 09:00:00 AM	15,345	93,001	14,237
422	19/07/18 09:15:00 AM	15,512	91,965	14,23
423	19/07/18 09:30:00 AM	15,44	92,369	14,227
424	19/07/18 09:45:00 AM	15,536	92,583	14,357
425	19/07/18 10:00:00 AM	15,536	91,966	14,254
426	19/07/18 10:15:00 AM	15,44	92,163	14,192
427	19/07/18 10:30:00 AM	15,393	92,161	14,145
428	19/07/18 10:45:00 AM	15,393	92,161	14,145
429	19/07/18 11:00:00 AM	15,369	92,16	14,121
430	19/07/18 11:15:00 AM	15,369	92,16	14,121
431	19/07/18 11:30:00 AM	15,345	92,159	14,097
432	19/07/18 11:45:00 AM	15,345	92,363	14,131
433	19/07/18 12:00:00 PM	15,369	92,365	14,155
434	19/07/18 12:15:00 PM	15,393	92,161	14,145
435	19/07/18 12:30:00 PM	15,56	92,17	14,312
436	19/07/18 12:45:00 PM	15,989	91,025	14,544
437	19/07/18 01:00:00 PM	16,418	89,806	14,759
438	19/07/18 01:15:00 PM	16,966	91,639	15,616
439	19/07/18 01:30:00 PM	17,061	90,7	15,549
440	19/07/18 01:45:00 PM	16,942	90,695	15,431
441	19/07/18 02:00:00 PM	16,918	90,515	15,376
442	19/07/18 02:15:00 PM	16,775	91,245	15,36
443	19/07/18 02:30:00 PM	16,466	91,422	15,083
444	19/07/18 02:45:00 PM	16,204	92,619	15,026
445	19/07/18 03:00:00 PM	16,085	93,491	15,054
446	19/07/18 03:15:00 PM	16,037	93,953	15,083
447	19/07/18 03:30:00 PM	15,965	93,948	15,011
448	19/07/18 03:45:00 PM	15,894	93,944	14,939
449	19/07/18 04:00:00 PM	15,846	93,94	14,891
450	19/07/18 04:15:00 PM	15,775	93,936	14,819
451	19/07/18 04:30:00 PM	15,775	94,175	14,859
452	19/07/18 04:45:00 PM	15,822	93,939	14,867
453	19/07/18 05:00:00 PM	16,037	93,041	14,931
454	19/07/18 05:15:00 PM	15,989	91,594	14,64
455	19/07/18 05:30:00 PM	16,204	91,22	14,79
456	19/07/18 05:45:00 PM	16,013	91,402	14,632
457	19/07/18 06:00:00 PM	15,918	92,188	14,67
458	19/07/18 06:15:00 PM	16,418	92,845	15,277
459	19/07/18 06:30:00 PM	16,633	91,623	15,283
460	19/07/18 06:45:00 PM	16,966	91,253	15,55
461	19/07/18 07:00:00 PM	17,085	92,043	15,803
462	19/07/18 07:15:00 PM	16,895	91,833	15,578
463	19/07/18 07:30:00 PM	16,775	91,827	15,459

464	19/07/18 07:45:00 PM	16,99	90,697	15,478
465	19/07/18 08:00:00 PM	16,799	91,058	15,351
466	19/07/18 08:15:00 PM	16,68	91,626	15,331
467	19/07/18 08:30:00 PM	16,656	91,822	15,34
468	19/07/18 08:45:00 PM	16,68	92,023	15,398
469	19/07/18 09:00:00 PM	16,68	92,023	15,398
470	19/07/18 09:15:00 PM	16,68	92,023	15,398
471	19/07/18 09:30:00 PM	16,633	91,82	15,316
472	19/07/18 09:45:00 PM	16,775	91,63	15,426
473	19/07/18 10:00:00 PM	16,918	89,326	15,17
474	19/07/18 10:15:00 PM	16,728	90,687	15,217
475	19/07/18 10:30:00 PM	16,656	90,867	15,177
476	19/07/18 10:45:00 PM	16,585	91,049	15,138
477	19/07/18 11:00:00 PM	16,514	88,842	14,686
478	19/07/18 11:15:00 PM	16,514	89,316	14,768
479	19/07/18 11:30:00 PM	16,299	89,971	14,67
480	19/07/18 11:45:00 PM	16,156	90,311	14,587
481	20/07/18 12:00:00 AM	16,085	90,663	14,576
482	20/07/18 12:15:00 AM	16,037	90,843	14,56
483	20/07/18 12:30:00 AM	16,013	90,842	14,536
484	20/07/18 12:45:00 AM	15,989	90,841	14,512
485	20/07/18 01:00:00 AM	15,918	90,657	14,41
486	20/07/18 01:15:00 AM	15,894	90,656	14,386
487	20/07/18 01:30:00 AM	15,87	90,655	14,363
488	20/07/18 01:45:00 AM	15,846	90,654	14,339
489	20/07/18 02:00:00 AM	15,822	90,127	14,225
490	20/07/18 02:15:00 AM	15,798	90,299	14,231
491	20/07/18 02:30:00 AM	15,798	90,126	14,201
492	20/07/18 02:45:00 AM	15,751	89,954	14,125
493	20/07/18 03:00:00 AM	15,751	90,125	14,154
494	20/07/18 03:15:00 AM	15,727	89,786	14,072
495	20/07/18 03:30:00 AM	15,727	89,62	14,044
496	20/07/18 03:45:00 AM	15,679	89,619	13,996
497	20/07/18 04:00:00 AM	15,679	89,784	14,025
498	20/07/18 04:15:00 AM	15,703	89,62	14,02
499	20/07/18 04:30:00 AM	15,655	89,294	13,917
500	20/07/18 04:45:00 AM	15,655	89,294	13,917
501	20/07/18 05:00:00 AM	15,608	89,134	13,842
502	20/07/18 05:15:00 AM	15,631	89,294	13,893
503	20/07/18 05:30:00 AM	15,608	88,978	13,815
504	20/07/18 05:45:00 AM	15,584	88,823	13,765
505	20/07/18 06:00:00 AM	15,56	88,67	13,714
506	20/07/18 06:15:00 AM	15,608	88,671	13,762
507	20/07/18 06:30:00 AM	15,584	88,67	13,738
508	20/07/18 06:45:00 AM	15,536	88,079	13,588
509	20/07/18 07:00:00 AM	15,536	88,224	13,613
510	20/07/18 07:15:00 AM	15,488	88,078	13,541
511	20/07/18 07:30:00 AM	15,488	88,078	13,541
512	20/07/18 07:45:00 AM	15,488	88,078	13,541
513	20/07/18 08:00:00 AM	15,464	87,793	13,467
514	20/07/18 08:15:00 AM	15,44	87,516	13,395
515	20/07/18 08:30:00 AM	15,417	87,111	13,3
516	20/07/18 08:45:00 AM	15,393	87,379	13,324
517	20/07/18 09:00:00 AM	15,393	87,244	13,3
518	20/07/18 09:15:00 AM	15,369	86,849	13,207
519	20/07/18 09:30:00 AM	15,345	86,849	13,184
520	20/07/18 09:45:00 AM	15,345	86,592	13,138
521	20/07/18 10:00:00 AM	15,345	86,592	13,138
522	20/07/18 10:15:00 AM	15,321	86,218	13,049

523	20/07/18	10:30:00 AM	15,297	85,975	12,982
524	20/07/18	10:45:00 AM	15,273	86,096	12,98
525	20/07/18	11:00:00 AM	15,631	85,045	13,144
526	20/07/18	11:15:00 AM	15,584	86,217	13,307
527	20/07/18	11:30:00 AM	15,87	85,154	13,397
528	20/07/18	11:45:00 AM	16,299	83,558	13,528
529	20/07/18	12:00:00 PM	16,18	81,815	13,088
530	20/07/18	12:15:00 PM	15,822	82,355	12,839
531	20/07/18	12:30:00 PM	15,56	83,194	12,737
532	20/07/18	12:45:00 PM	15,44	82,108	12,419
533	20/07/18	01:00:00 PM	15,369	82,643	12,448
534	20/07/18	01:15:00 PM	15,297	82,921	12,429
535	20/07/18	01:30:00 PM	15,488	81,268	12,309
536	20/07/18	01:45:00 PM	15,488	81,764	12,402
537	20/07/18	02:00:00 PM	15,608	81,59	12,486
538	20/07/18	02:15:00 PM	15,703	80,78	12,427
539	20/07/18	02:30:00 PM	15,512	81,348	12,348
540	20/07/18	02:45:00 PM	15,464	80,717	12,183
541	20/07/18	03:00:00 PM	15,608	79,533	12,097
542	20/07/18	03:15:00 PM	15,822	77,762	11,964
543	20/07/18	03:30:00 PM	15,942	75,65	11,662
544	20/07/18	03:45:00 PM	15,942	76,765	11,884
545	20/07/18	04:00:00 PM	15,846	75,968	11,633
546	20/07/18	04:15:00 PM	15,631	77,077	11,645
547	20/07/18	04:30:00 PM	15,417	77,919	11,601
548	20/07/18	04:45:00 PM	15,393	77,861	11,566
549	20/07/18	05:00:00 PM	15,44	78,671	11,769
550	20/07/18	05:15:00 PM	15,321	79,008	11,718
551	20/07/18	05:30:00 PM	15,44	80,044	12,032
552	20/07/18	05:45:00 PM	15,321	80,272	11,959
553	20/07/18	06:00:00 PM	15,345	80,958	12,111
554	20/07/18	06:15:00 PM	15,321	81,44	12,178
555	20/07/18	06:30:00 PM	15,369	80,049	11,963
556	20/07/18	06:45:00 PM	15,464	79,97	12,041
557	20/07/18	07:00:00 PM	15,942	77,691	12,066
558	20/07/18	07:15:00 PM	16,18	76,853	12,133
559	20/07/18	07:30:00 PM	16,18	75,777	11,918
560	20/07/18	07:45:00 PM	16,609	78,189	12,812
561	20/07/18	08:00:00 PM	16,514	77,946	12,672
562	20/07/18	08:15:00 PM	16,514	78,197	12,721
563	20/07/18	08:30:00 PM	16,418	77,648	12,521
564	20/07/18	08:45:00 PM	16,49	75,899	12,243
565	20/07/18	09:00:00 PM	16,347	74,535	11,829
566	20/07/18	09:15:00 PM	16,728	73,764	12,039
567	20/07/18	09:30:00 PM	16,656	76,146	12,454
568	20/07/18	09:45:00 PM	16,585	75,528	12,26
569	20/07/18	10:00:00 PM	16,966	76,776	12,88
570	20/07/18	10:15:00 PM	17,109	74,68	12,595
571	20/07/18	10:30:00 PM	17,109	73,76	12,406
572	20/07/18	10:45:00 PM	16,656	71,904	11,583
573	20/07/18	11:00:00 PM	16,251	72,305	11,277
574	20/07/18	11:15:00 PM	16,061	73,294	11,299
575	20/07/18	11:30:00 PM	15,894	73,316	11,142
576	20/07/18	11:45:00 PM	15,87	74,317	11,324
577	21/07/18	12:00:00 AM	15,846	73,364	11,106
578	21/07/18	12:15:00 AM	15,822	74,369	11,289
579	21/07/18	12:30:00 AM	15,703	73,764	11,05
580	21/07/18	12:45:00 AM	15,631	73,903	11,01
581	21/07/18	01:00:00 AM	15,512	73,962	10,906

582	21/07/18	01:15:00 AM	15,464	74,549	10,979
583	21/07/18	01:30:00 AM	15,417	73,887	10,799
584	21/07/18	01:45:00 AM	15,321	73,813	10,692
585	21/07/18	02:00:00 AM	15,321	73,643	10,657
586	21/07/18	02:15:00 AM	15,202	74,045	10,623
587	21/07/18	02:30:00 AM	15,178	74,18	10,628
588	21/07/18	02:45:00 AM	15,106	73,671	10,455
589	21/07/18	03:00:00 AM	15,034	73,43	10,337
590	21/07/18	03:15:00 AM	15,058	72,551	10,18
591	21/07/18	03:30:00 AM	14,963	73,034	10,187
592	21/07/18	03:45:00 AM	14,963	72,15	10,005
593	21/07/18	04:00:00 AM	14,891	71,868	9,877
594	21/07/18	04:15:00 AM	14,843	71,519	9,758
595	21/07/18	04:30:00 AM	14,819	71,28	9,686
596	21/07/18	04:45:00 AM	14,771	72,289	9,849
597	21/07/18	05:00:00 AM	14,723	71,678	9,676
598	21/07/18	05:15:00 AM	14,652	71,375	9,544
599	21/07/18	05:30:00 AM	14,699	70,927	9,497
600	21/07/18	05:45:00 AM	14,652	71,689	9,61
601	21/07/18	06:00:00 AM	14,628	71,871	9,624
602	21/07/18	06:15:00 AM	14,58	71,113	9,421
603	21/07/18	06:30:00 AM	14,46	71,438	9,373
604	21/07/18	06:45:00 AM	14,484	70,994	9,304
605	21/07/18	07:00:00 AM	14,388	71,211	9,257
606	21/07/18	07:15:00 AM	14,412	70,775	9,189
607	21/07/18	07:30:00 AM	14,388	70,585	9,126
608	21/07/18	07:45:00 AM	14,364	70,783	9,144
609	21/07/18	08:00:00 AM	14,436	71,828	9,431
610	21/07/18	08:15:00 AM	14,268	72,068	9,319
611	21/07/18	08:30:00 AM	14,292	71,603	9,246
612	21/07/18	08:45:00 AM	14,556	71,151	9,405
613	21/07/18	09:00:00 AM	14,771	70,05	9,38
614	21/07/18	09:15:00 AM	14,843	69,288	9,287
615	21/07/18	09:30:00 AM	14,819	69,119	9,227
616	21/07/18	09:45:00 AM	14,747	69,51	9,242
617	21/07/18	10:00:00 AM	14,723	70,467	9,423
618	21/07/18	10:15:00 AM	14,652	70,194	9,296
619	21/07/18	10:30:00 AM	14,532	70,371	9,219
620	21/07/18	10:45:00 AM	14,412	70,808	9,196
621	21/07/18	11:00:00 AM	14,34	70,951	9,156
622	21/07/18	11:15:00 AM	14,244	71,032	9,081
623	21/07/18	11:30:00 AM	14,388	69,63	8,924
624	21/07/18	11:45:00 AM	14,268	64,053	7,579
625	21/07/18	12:00:00 PM	14,412	66,014	8,159
626	21/07/18	12:15:00 PM	14,34	66,409	8,178
627	21/07/18	12:30:00 PM	14,268	65,696	7,951
628	21/07/18	12:45:00 PM	14,436	68,357	8,697
629	21/07/18	01:00:00 PM	14,532	70,214	9,185
630	21/07/18	01:15:00 PM	14,556	69,811	9,123
631	21/07/18	01:30:00 PM	14,556	70,917	9,356
632	21/07/18	01:45:00 PM	14,747	69,599	9,261
633	21/07/18	02:00:00 PM	14,675	67,919	8,83
634	21/07/18	02:15:00 PM	15,034	67,245	9,025
635	21/07/18	02:30:00 PM	15,393	67,352	9,391
636	21/07/18	02:45:00 PM	15,44	69,422	9,888
637	21/07/18	03:00:00 PM	15,202	70,683	9,927
638	21/07/18	03:15:00 PM	15,178	70,953	9,961
639	21/07/18	03:30:00 PM	15,034	72,289	10,102
640	21/07/18	03:45:00 PM	14,891	71,235	9,745

641	21/07/18	04:00:00 PM	14,819	72,508	9,94
642	21/07/18	04:15:00 PM	14,915	72,01	9,929
643	21/07/18	04:30:00 PM	14,819	73,214	10,085
644	21/07/18	04:45:00 PM	14,747	73,468	10,068
645	21/07/18	05:00:00 PM	14,747	74,278	10,232
646	21/07/18	05:15:00 PM	14,604	73,043	9,843
647	21/07/18	05:30:00 PM	14,436	73,633	9,801
648	21/07/18	05:45:00 PM	14,34	73,855	9,753
649	21/07/18	06:00:00 PM	14,412	73,678	9,787
650	21/07/18	06:15:00 PM	14,316	73,943	9,748
651	21/07/18	06:30:00 PM	14,22	74,126	9,692
652	21/07/18	06:45:00 PM	14,172	73,544	9,529
653	21/07/18	07:00:00 PM	14,34	73,44	9,669
654	21/07/18	07:15:00 PM	14,196	74,523	9,749
655	21/07/18	07:30:00 PM	14,172	74,35	9,691
656	21/07/18	07:45:00 PM	14,101	73,432	9,436
657	21/07/18	08:00:00 PM	14,053	73,357	9,375
658	21/07/18	08:15:00 PM	14,292	72,621	9,456
659	21/07/18	08:30:00 PM	14,268	70,962	9,09
660	21/07/18	08:45:00 PM	14,508	71,889	9,513
661	21/07/18	09:00:00 PM	14,508	72,216	9,581
662	21/07/18	09:15:00 PM	14,723	71,929	9,729
663	21/07/18	09:30:00 PM	15,106	72,777	10,272
664	21/07/18	09:45:00 PM	15,393	74,286	10,857
665	21/07/18	10:00:00 PM	15,202	74,627	10,741
666	21/07/18	10:15:00 PM	14,795	75,333	10,49
667	21/07/18	10:30:00 PM	14,46	74,946	10,088
668	21/07/18	10:45:00 PM	14,412	74,232	9,899
669	21/07/18	11:00:00 PM	14,268	74,923	9,898
670	21/07/18	11:15:00 PM	14,196	74,794	9,803
671	21/07/18	11:30:00 PM	14,172	75,167	9,854
672	21/07/18	11:45:00 PM	14,148	75,029	9,804
673	22/07/18	12:00:00 AM	14,125	74,848	9,744
674	22/07/18	12:15:00 AM	14,148	74,891	9,776
675	22/07/18	12:30:00 AM	14,196	73,79	9,601
676	22/07/18	12:45:00 AM	14,101	74,446	9,641
677	22/07/18	01:00:00 AM	14,125	74,181	9,611
678	22/07/18	01:15:00 AM	14,005	74,726	9,604
679	22/07/18	01:30:00 AM	14,005	74,681	9,595
680	22/07/18	01:45:00 AM	13,909	74,648	9,496
681	22/07/18	02:00:00 AM	13,861	74,925	9,504
682	22/07/18	02:15:00 AM	13,909	75,011	9,568
683	22/07/18	02:30:00 AM	13,813	75,069	9,486
684	22/07/18	02:45:00 AM	13,813	74,749	9,423
685	22/07/18	03:00:00 AM	13,741	74,985	9,4
686	22/07/18	03:15:00 AM	13,765	74,71	9,369
687	22/07/18	03:30:00 AM	13,717	74,671	9,315
688	22/07/18	03:45:00 AM	13,717	74,806	9,341
689	22/07/18	04:00:00 AM	13,692	74,497	9,257
690	22/07/18	04:15:00 AM	13,668	74,5	9,234
691	22/07/18	04:30:00 AM	13,644	74,503	9,211
692	22/07/18	04:45:00 AM	13,62	74,288	9,145
693	22/07/18	05:00:00 AM	13,644	74,591	9,229
694	22/07/18	05:15:00 AM	13,62	74,594	9,206
695	22/07/18	05:30:00 AM	13,596	74,686	9,201
696	22/07/18	05:45:00 AM	13,644	74,951	9,3
697	22/07/18	06:00:00 AM	13,596	74,821	9,228
698	22/07/18	06:15:00 AM	13,572	75,19	9,278
699	22/07/18	06:30:00 AM	13,572	75,144	9,269

700	22/07/18 06:45:00 AM	13,548	75,008	9,219
701	22/07/18 07:00:00 AM	13,5	75,014	9,173
702	22/07/18 07:15:00 AM	13,524	75,057	9,205
703	22/07/18 07:30:00 AM	13,476	75,248	9,196
704	22/07/18 07:45:00 AM	13,476	74,971	9,142
705	22/07/18 08:00:00 AM	13,452	75,534	9,23
706	22/07/18 08:15:00 AM	13,428	74,796	9,061
707	22/07/18 08:30:00 AM	13,428	75,023	9,105
708	22/07/18 08:45:00 AM	13,404	75,117	9,101
709	22/07/18 09:00:00 AM	13,404	74,844	9,047
710	22/07/18 09:15:00 AM	13,404	74,445	8,968
711	22/07/18 09:30:00 AM	13,404	74,316	8,942
712	22/07/18 09:45:00 AM	13,38	73,69	8,793
713	22/07/18 10:00:00 AM	13,404	73,851	8,849
714	22/07/18 10:15:00 AM	13,428	73,973	8,897
715	22/07/18 10:30:00 AM	13,644	74,071	9,125
716	22/07/18 10:45:00 AM	13,837	73,589	9,214
717	22/07/18 11:00:00 AM	14,053	73,767	9,458
718	22/07/18 11:15:00 AM	14,101	72,994	9,348
719	22/07/18 11:30:00 AM	14,268	73,864	9,686
720	22/07/18 11:45:00 AM	14,029	74,951	9,672
721	22/07/18 12:00:00 PM	13,813	73,511	9,175
722	22/07/18 12:15:00 PM	13,717	71,69	8,71
723	22/07/18 12:30:00 PM	13,741	72,624	8,925
724	22/07/18 12:45:00 PM	13,692	73,772	9,111
725	22/07/18 01:00:00 PM	13,717	74,105	9,201
726	22/07/18 01:15:00 PM	13,717	76,145	9,605
727	22/07/18 01:30:00 PM	14,101	76,677	10,082
728	22/07/18 01:45:00 PM	14,316	77,897	10,527
729	22/07/18 02:00:00 PM	14,268	80,942	11,058
730	22/07/18 02:15:00 PM	14,986	80,978	11,765
731	22/07/18 02:30:00 PM	15,369	85,737	13,01
732	22/07/18 02:45:00 PM	15,846	83,376	13,051
733	22/07/18 03:00:00 PM	16,037	80,918	12,779
734	22/07/18 03:15:00 PM	15,989	79,718	12,505
735	22/07/18 03:30:00 PM	15,655	76,04	11,463
736	22/07/18 03:45:00 PM	15,273	78,302	11,536
737	22/07/18 04:00:00 PM	15,034	79,097	11,456
738	22/07/18 04:15:00 PM	14,699	80,021	11,306
739	22/07/18 04:30:00 PM	14,819	80,833	11,575
740	22/07/18 04:45:00 PM	14,604	80,172	11,241
741	22/07/18 05:00:00 PM	14,532	80,033	11,144
742	22/07/18 05:15:00 PM	14,484	79,823	11,058
743	22/07/18 05:30:00 PM	14,316	80,047	10,937
744	22/07/18 05:45:00 PM	14,34	80,336	11,014
745	22/07/18 06:00:00 PM	14,268	80,34	10,945
746	22/07/18 06:15:00 PM	14,316	80,862	11,09
747	22/07/18 06:30:00 PM	14,316	81,739	11,252
748	22/07/18 06:45:00 PM	14,292	82,334	11,338
749	22/07/18 07:00:00 PM	14,604	81,807	11,546
750	22/07/18 07:15:00 PM	14,46	82,153	11,469
751	22/07/18 07:30:00 PM	14,699	81,719	11,623
752	22/07/18 07:45:00 PM	14,723	81,151	11,541
753	22/07/18 08:00:00 PM	14,843	80,831	11,598
754	22/07/18 08:15:00 PM	14,723	81,635	11,631
755	22/07/18 08:30:00 PM	14,508	80,623	11,232
756	22/07/18 08:45:00 PM	14,292	79,836	10,874
757	22/07/18 09:00:00 PM	14,125	78,649	10,485
758	22/07/18 09:15:00 PM	14,532	79,337	11,013

759	22/07/18	09:30:00 PM	14,508	78,875	10,901
760	22/07/18	09:45:00 PM	14,699	78,602	11,036
761	22/07/18	10:00:00 PM	14,723	78,6	11,058
762	22/07/18	10:15:00 PM	14,771	80,089	11,388
763	22/07/18	10:30:00 PM	14,795	78,658	11,139
764	22/07/18	10:45:00 PM	14,604	80,392	11,282
765	22/07/18	11:00:00 PM	14,436	80,183	11,079
766	22/07/18	11:15:00 PM	14,292	80,412	10,982
767	22/07/18	11:30:00 PM	14,148	80,348	10,83
768	22/07/18	11:45:00 PM	14,125	79,367	10,622
769	23/07/18	12:00:00 AM	14,029	81,189	10,87
770	23/07/18	12:15:00 AM	14,053	80,576	10,779
771	23/07/18	12:30:00 AM	13,981	80,506	10,696
772	23/07/18	12:45:00 AM	14,029	80,21	10,687
773	23/07/18	01:00:00 AM	13,933	80,217	10,595
774	23/07/18	01:15:00 AM	13,909	80,659	10,654
775	23/07/18	01:30:00 AM	13,861	80,889	10,65
776	23/07/18	01:45:00 AM	13,765	80,972	10,571
777	23/07/18	02:00:00 AM	13,837	80,815	10,613
778	23/07/18	02:15:00 AM	13,741	80,82	10,52
779	23/07/18	02:30:00 AM	13,837	80,589	10,571
780	23/07/18	02:45:00 AM	13,765	80,743	10,529
781	23/07/18	03:00:00 AM	13,789	80,667	10,538
782	23/07/18	03:15:00 AM	13,789	79,941	10,403
783	23/07/18	03:30:00 AM	13,741	80,015	10,37
784	23/07/18	03:45:00 AM	13,741	79,463	10,266
785	23/07/18	04:00:00 AM	13,644	79,743	10,225
786	23/07/18	04:15:00 AM	13,692	79,67	10,258
787	23/07/18	04:30:00 AM	13,596	79,207	10,077
788	23/07/18	04:45:00 AM	13,62	78,945	10,051
789	23/07/18	05:00:00 AM	13,548	78,951	9,982
790	23/07/18	05:15:00 AM	13,572	78,695	9,957
791	23/07/18	05:30:00 AM	13,596	78,505	9,944
792	23/07/18	05:45:00 AM	13,524	78,45	9,863
793	23/07/18	06:00:00 AM	13,548	77,674	9,738
794	23/07/18	06:15:00 AM	13,596	78,444	9,932
795	23/07/18	06:30:00 AM	13,62	77,609	9,796
796	23/07/18	06:45:00 AM	13,548	77,002	9,609
797	23/07/18	07:00:00 AM	13,548	77,502	9,706
798	23/07/18	07:15:00 AM	13,452	77,286	9,571
799	23/07/18	07:30:00 AM	13,476	77,173	9,572
800	23/07/18	07:45:00 AM	13,524	75,916	9,374
801	23/07/18	08:00:00 AM	13,668	74,767	9,287
802	23/07/18	08:15:00 AM	13,765	74,227	9,272
803	23/07/18	08:30:00 AM	13,861	73,106	9,139
804	23/07/18	08:45:00 AM	13,909	72,638	9,09
805	23/07/18	09:00:00 AM	13,909	72,413	9,044
806	23/07/18	09:15:00 AM	13,933	72,226	9,029
807	23/07/18	09:30:00 AM	14,053	72,542	9,209
808	23/07/18	09:45:00 AM	14,388	72,197	9,461
809	23/07/18	10:00:00 AM	14,556	72,971	9,782
810	23/07/18	10:15:00 AM	14,604	73,243	9,883
811	23/07/18	10:30:00 AM	14,58	73,994	10,013
812	23/07/18	10:45:00 AM	14,628	73,775	10,015
813	23/07/18	11:00:00 AM	14,484	74,179	9,958
814	23/07/18	11:15:00 AM	14,364	74,282	9,863
815	23/07/18	11:30:00 AM	14,22	74,213	9,71
816	23/07/18	11:45:00 AM	14,125	76,152	10,002
817	23/07/18	12:00:00 PM	13,861	76,386	9,792

818	23/07/18	12:15:00 PM	13,933	77,184	10,017
819	23/07/18	12:30:00 PM	14,196	77,967	10,425
820	23/07/18	12:45:00 PM	14,412	75,969	10,245
821	23/07/18	01:00:00 PM	14,436	74,449	9,966
822	23/07/18	01:15:00 PM	14,556	74,479	10,087
823	23/07/18	01:30:00 PM	14,795	73,712	10,163
824	23/07/18	01:45:00 PM	15,321	73,065	10,539
825	23/07/18	02:00:00 PM	14,939	72,08	9,967
826	23/07/18	02:15:00 PM	14,723	72,598	9,867
827	23/07/18	02:30:00 PM	14,556	73,785	9,947
828	23/07/18	02:45:00 PM	14,532	75,606	10,289
829	23/07/18	03:00:00 PM	14,34	74,417	9,867
830	23/07/18	03:15:00 PM	14,244	74,834	9,857
831	23/07/18	03:30:00 PM	14,125	74,712	9,717
832	23/07/18	03:45:00 PM	14,029	75,184	9,718
833	23/07/18	04:00:00 PM	13,909	74,828	9,532
834	23/07/18	04:15:00 PM	13,909	75,245	9,614
835	23/07/18	04:30:00 PM	13,981	74,911	9,618
836	23/07/18	04:45:00 PM	14,101	74,943	9,74
837	23/07/18	05:00:00 PM	14,101	75,557	9,862
838	23/07/18	05:15:00 PM	14,053	75,181	9,741
839	23/07/18	05:30:00 PM	13,981	75,331	9,701
840	23/07/18	05:45:00 PM	13,957	74,914	9,595
841	23/07/18	06:00:00 PM	13,861	74,654	9,45
842	23/07/18	06:15:00 PM	13,933	74,917	9,572
843	23/07/18	06:30:00 PM	14,148	74,485	9,695
844	23/07/18	06:45:00 PM	14,484	77,529	10,619
845	23/07/18	07:00:00 PM	14,604	78,867	10,993
846	23/07/18	07:15:00 PM	14,747	78,598	11,081
847	23/07/18	07:30:00 PM	14,795	79,453	11,291
848	23/07/18	07:45:00 PM	14,604	79,744	11,16
849	23/07/18	08:00:00 PM	14,508	79,543	11,028
850	23/07/18	08:15:00 PM	14,46	79,275	10,931
851	23/07/18	08:30:00 PM	14,412	79,013	10,834
852	23/07/18	08:45:00 PM	14,364	79,622	10,903
853	23/07/18	09:00:00 PM	14,795	76,715	10,763
854	23/07/18	09:15:00 PM	14,819	77,674	10,973
855	23/07/18	09:30:00 PM	14,628	77,632	10,779
856	23/07/18	09:45:00 PM	14,292	77,839	10,493
857	23/07/18	10:00:00 PM	14,125	77,278	10,222
858	23/07/18	10:15:00 PM	13,981	76,689	9,968
859	23/07/18	10:30:00 PM	14,268	77,724	10,448
860	23/07/18	10:45:00 PM	14,58	77,178	10,644
861	23/07/18	11:00:00 PM	14,244	75,737	10,037
862	23/07/18	11:15:00 PM	13,933	75,528	9,693
863	23/07/18	11:30:00 PM	13,981	74,506	9,537
864	23/07/18	11:45:00 PM	14,244	75,018	9,894
865	24/07/18	12:00:00 AM	14,316	73,774	9,714
866	24/07/18	12:15:00 AM	14,172	73,024	9,423
867	24/07/18	12:30:00 AM	14,053	73,001	9,303
868	24/07/18	12:45:00 AM	13,981	73,327	9,3
869	24/07/18	01:00:00 AM	13,885	73,706	9,283
870	24/07/18	01:15:00 AM	13,789	74,485	9,347
871	24/07/18	01:30:00 AM	13,644	74,906	9,291
872	24/07/18	01:45:00 AM	13,548	75,054	9,228
873	24/07/18	02:00:00 AM	13,717	75,361	9,451
874	24/07/18	02:15:00 AM	13,668	74,369	9,208
875	24/07/18	02:30:00 AM	13,572	74,6	9,161
876	24/07/18	02:45:00 AM	13,524	74,965	9,187

877	24/07/18	03:00:00 AM	13,356	75,45	9,12
878	24/07/18	03:15:00 AM	13,356	75,169	9,065
879	24/07/18	03:30:00 AM	13,284	75,411	9,042
880	24/07/18	03:45:00 AM	13,236	75,511	9,015
881	24/07/18	04:00:00 AM	13,236	75,37	8,988
882	24/07/18	04:15:00 AM	13,236	75,37	8,988
883	24/07/18	04:30:00 AM	13,187	74,736	8,816
884	24/07/18	04:45:00 AM	13,163	75,378	8,919
885	24/07/18	05:00:00 AM	13,163	74,918	8,829
886	24/07/18	05:15:00 AM	13,115	75,151	8,828
887	24/07/18	05:30:00 AM	13,115	75,151	8,828
888	24/07/18	05:45:00 AM	13,115	75,106	8,819
889	24/07/18	06:00:00 AM	13,308	75,939	9,169
890	24/07/18	06:15:00 AM	13,356	76,967	9,416
891	24/07/18	06:30:00 AM	13,332	77,078	9,414
892	24/07/18	06:45:00 AM	13,236	76,247	9,159
893	24/07/18	07:00:00 AM	13,187	75,903	9,046
894	24/07/18	07:15:00 AM	13,115	76,01	8,996
895	24/07/18	07:30:00 AM	13,091	75,963	8,964
896	24/07/18	07:45:00 AM	13,043	75,919	8,909
897	24/07/18	08:00:00 AM	13,019	76,021	8,905
898	24/07/18	08:15:00 AM	12,995	76,023	8,882
899	24/07/18	08:30:00 AM	13,019	76,12	8,924
900	24/07/18	08:45:00 AM	12,995	76,426	8,961
901	24/07/18	09:00:00 AM	12,971	76,428	8,938
902	24/07/18	09:15:00 AM	12,947	76,482	8,925
903	24/07/18	09:30:00 AM	12,971	77,059	9,06
904	24/07/18	09:45:00 AM	13,043	76,998	9,118
905	24/07/18	10:00:00 AM	13,452	74,659	9,057
906	24/07/18	10:15:00 AM	13,644	73,779	9,066
907	24/07/18	10:30:00 AM	13,765	74,099	9,247
908	24/07/18	10:45:00 AM	13,717	75,267	9,433
909	24/07/18	11:00:00 AM	13,717	76,35	9,645
910	24/07/18	11:15:00 AM	13,933	75,528	9,693
911	24/07/18	11:30:00 AM	14,196	72,749	9,39
912	24/07/18	11:45:00 AM	14,005	73,567	9,371
913	24/07/18	12:00:00 PM	13,981	73,05	9,243
914	24/07/18	12:15:00 PM	14,029	71,853	9,044
915	24/07/18	12:30:00 PM	14,029	71,782	9,03
916	24/07/18	12:45:00 PM	13,837	72,838	9,061
917	24/07/18	01:00:00 PM	13,981	74,286	9,493
918	24/07/18	01:15:00 PM	13,813	75,023	9,477
919	24/07/18	01:30:00 PM	14,196	74,435	9,731
920	24/07/18	01:45:00 PM	14,196	72,521	9,343
921	24/07/18	02:00:00 PM	13,957	73,738	9,359
922	24/07/18	02:15:00 PM	14,053	74,497	9,605
923	24/07/18	02:30:00 PM	13,957	74,246	9,462
924	24/07/18	02:45:00 PM	14,077	73,194	9,365
925	24/07/18	03:00:00 PM	14,125	74,757	9,726
926	24/07/18	03:15:00 PM	14,148	75,311	9,86
927	24/07/18	03:30:00 PM	14,148	75,897	9,975
928	24/07/18	03:45:00 PM	14,699	74,506	10,232
929	24/07/18	04:00:00 PM	14,196	74,703	9,785
930	24/07/18	04:15:00 PM	13,861	75,156	9,55
931	24/07/18	04:30:00 PM	13,837	75,159	9,528
932	24/07/18	04:45:00 PM	14,125	76,836	10,136
933	24/07/18	05:00:00 PM	14,292	77,318	10,392
934	24/07/18	05:15:00 PM	14,125	77,854	10,333
935	24/07/18	05:30:00 PM	14,172	79,097	10,617

936	24/07/18	05:45:00 PM	14,412	78,129	10,665
937	24/07/18	06:00:00 PM	14,196	77,907	10,413
938	24/07/18	06:15:00 PM	14,077	77,395	10,198
939	24/07/18	06:30:00 PM	14,22	78,145	10,482
940	24/07/18	06:45:00 PM	14,46	79,478	10,969
941	24/07/18	07:00:00 PM	14,244	79,224	10,711
942	24/07/18	07:15:00 PM	14,005	79,045	10,444
943	24/07/18	07:30:00 PM	13,837	79,66	10,397
944	24/07/18	07:45:00 PM	13,765	80,228	10,433
945	24/07/18	08:00:00 PM	13,692	80,598	10,432
946	24/07/18	08:15:00 PM	13,933	80,583	10,663
947	24/07/18	08:30:00 PM	14,148	81,262	11
948	24/07/18	08:45:00 PM	14,316	84,015	11,668
949	24/07/18	09:00:00 PM	14,484	86,593	12,291
950	24/07/18	09:15:00 PM	14,843	88,656	13,005
951	24/07/18	09:30:00 PM	14,747	89,431	13,043
952	24/07/18	09:45:00 PM	15,273	90,995	13,83
953	24/07/18	10:00:00 PM	15,703	89,456	13,992
954	24/07/18	10:15:00 PM	16,013	87,941	14,034
955	24/07/18	10:30:00 PM	15,942	84,601	13,368
956	24/07/18	10:45:00 PM	15,655	83,877	12,955
957	24/07/18	11:00:00 PM	15,249	84,941	12,75
958	24/07/18	11:15:00 PM	14,819	85,625	12,45
959	24/07/18	11:30:00 PM	14,532	85,862	12,209
960	24/07/18	11:45:00 PM	14,364	86,102	12,087
961	25/07/18	12:00:00 AM	14,316	85,864	11,998
962	25/07/18	12:15:00 AM	14,125	85,866	11,81
963	25/07/18	12:30:00 AM	14,029	85,866	11,715
964	25/07/18	12:45:00 AM	13,957	85,634	11,604
965	25/07/18	01:00:00 AM	13,885	85,521	11,513
966	25/07/18	01:15:00 AM	13,837	85,408	11,446
967	25/07/18	01:30:00 AM	13,789	85,522	11,419
968	25/07/18	01:45:00 AM	13,765	85,409	11,375
969	25/07/18	02:00:00 AM	13,717	85,187	11,288
970	25/07/18	02:15:00 AM	13,717	84,968	11,25
971	25/07/18	02:30:00 AM	13,668	84,969	11,203
972	25/07/18	02:45:00 AM	13,62	85,078	11,175
973	25/07/18	03:00:00 AM	13,572	85,189	11,147
974	25/07/18	03:15:00 AM	13,524	85,19	11,1
975	25/07/18	03:30:00 AM	13,548	84,863	11,066
976	25/07/18	03:45:00 AM	13,789	83,733	11,099
977	25/07/18	04:00:00 AM	13,981	82,347	11,036
978	25/07/18	04:15:00 AM	14,053	81,918	11,027
979	25/07/18	04:30:00 AM	13,981	81,755	10,927
980	25/07/18	04:45:00 AM	13,933	81,594	10,851
981	25/07/18	05:00:00 AM	13,789	82,015	10,787
982	25/07/18	05:15:00 AM	13,765	82,271	10,811
983	25/07/18	05:30:00 AM	13,717	82,359	10,78
984	25/07/18	05:45:00 AM	13,548	83,079	10,746
985	25/07/18	06:00:00 AM	13,476	83,55	10,76
986	25/07/18	06:15:00 AM	13,404	83,745	10,725
987	25/07/18	06:30:00 AM	13,596	84,035	10,965
988	25/07/18	06:45:00 AM	13,428	83,744	10,748
989	25/07/18	07:00:00 AM	13,428	83,94	10,783
990	25/07/18	07:15:00 AM	13,332	84,243	10,743
991	25/07/18	07:30:00 AM	13,332	84,243	10,743
992	25/07/18	07:45:00 AM	13,284	84,448	10,732
993	25/07/18	08:00:00 AM	13,26	84,449	10,709
994	25/07/18	08:15:00 AM	13,236	84,347	10,667

995	25/07/18	08:30:00 AM	13,26	84,346	10,691
996	25/07/18	08:45:00 AM	13,212	84,347	10,644
997	25/07/18	09:00:00 AM	13,212	84,246	10,625
998	25/07/18	09:15:00 AM	13,187	84,246	10,602
999	25/07/18	09:30:00 AM	13,187	84,145	10,584
1000	25/07/18	09:45:00 AM	13,212	84,045	10,59
1001	25/07/18	10:00:00 AM	13,26	83,749	10,584
1002	25/07/18	10:15:00 AM	13,38	83,649	10,684
1003	25/07/18	10:30:00 AM	13,332	83,943	10,689
1004	25/07/18	10:45:00 AM	13,596	83,642	10,895
1005	25/07/18	11:00:00 AM	13,765	83,541	11,041
1006	25/07/18	11:15:00 AM	13,765	83,445	11,024
1007	25/07/18	11:30:00 AM	13,668	83,737	10,982
1008	25/07/18	11:45:00 AM	13,644	84,033	11,012
1009	25/07/18	12:00:00 PM	13,596	84,441	11,038
1010	25/07/18	12:15:00 PM	13,62	84,649	11,099
1011	25/07/18	12:30:00 PM	13,524	84,546	10,986
1012	25/07/18	12:45:00 PM	13,548	84,442	10,991
1013	25/07/18	01:00:00 PM	14,005	83,727	11,31
1014	25/07/18	01:15:00 PM	14,22	82,962	11,383
1015	25/07/18	01:30:00 PM	14,46	81,405	11,331
1016	25/07/18	01:45:00 PM	14,125	82,874	11,273
1017	25/07/18	02:00:00 PM	14,148	83,057	11,33
1018	25/07/18	02:15:00 PM	14,604	82,061	11,593
1019	25/07/18	02:30:00 PM	14,795	80,455	11,48
1020	25/07/18	02:45:00 PM	14,891	79,515	11,396
1021	25/07/18	03:00:00 PM	14,532	80,177	11,171
1022	25/07/18	03:15:00 PM	14,46	81,165	11,286
1023	25/07/18	03:30:00 PM	14,148	81,583	11,059
1024	25/07/18	03:45:00 PM	14,029	82,003	11,02
1025	25/07/18	04:00:00 PM	13,885	82,614	10,991
1026	25/07/18	04:15:00 PM	13,957	84,025	11,317
1027	25/07/18	04:30:00 PM	13,861	83,634	11,152
1028	25/07/18	04:45:00 PM	13,861	84,332	11,278
1029	25/07/18	05:00:00 PM	14,077	83,922	11,416
1030	25/07/18	05:15:00 PM	14,029	84,124	11,405
1031	25/07/18	05:30:00 PM	14,101	83,724	11,404
1032	25/07/18	05:45:00 PM	13,741	84,542	11,197
1033	25/07/18	06:00:00 PM	14,125	85,18	11,688
1034	25/07/18	06:15:00 PM	14,125	85,518	11,748
1035	25/07/18	06:30:00 PM	14,22	85,403	11,822
1036	25/07/18	06:45:00 PM	14,34	86,345	12,106
1037	25/07/18	07:00:00 PM	14,723	85,743	12,376
1038	25/07/18	07:15:00 PM	14,436	86,345	12,2
1039	25/07/18	07:30:00 PM	14,46	85,863	12,139
1040	25/07/18	07:45:00 PM	14,675	85,397	12,268
1041	25/07/18	08:00:00 PM	14,508	85,064	12,044
1042	25/07/18	08:15:00 PM	14,196	85,632	11,839
1043	25/07/18	08:30:00 PM	14,053	86,346	11,823
1044	25/07/18	08:45:00 PM	13,909	86,975	11,792
1045	25/07/18	09:00:00 PM	13,981	87,369	11,931
1046	25/07/18	09:15:00 PM	14,34	87,643	12,333
1047	25/07/18	09:30:00 PM	14,771	86,848	12,619
1048	25/07/18	09:45:00 PM	14,699	85,511	12,312
1049	25/07/18	10:00:00 PM	14,723	85,283	12,295
1050	25/07/18	10:15:00 PM	14,843	85,859	12,515
1051	25/07/18	10:30:00 PM	15,249	86,342	13
1052	25/07/18	10:45:00 PM	15,225	85,738	12,869
1053	25/07/18	11:00:00 PM	15,321	87,792	13,326

1054	25/07/18	11:15:00 PM	15,058	86,342	12,812
1055	25/07/18	11:30:00 PM	14,939	86,72	12,761
1056	25/07/18	11:45:00 PM	14,556	87,107	12,452
1057	26/07/18	12:00:00 AM	14,484	87,508	12,451
1058	26/07/18	12:15:00 AM	14,268	87,781	12,286
1059	26/07/18	12:30:00 AM	14,22	87,92	12,263
1060	26/07/18	12:45:00 AM	14,077	87,918	12,121
1061	26/07/18	01:00:00 AM	13,981	88,345	12,1
1062	26/07/18	01:15:00 AM	13,933	88,344	12,053
1063	26/07/18	01:30:00 AM	13,861	88,489	12,006
1064	26/07/18	01:45:00 AM	13,813	88,489	11,959
1065	26/07/18	02:00:00 AM	13,765	88,636	11,937
1066	26/07/18	02:15:00 AM	13,789	88,786	11,986
1067	26/07/18	02:30:00 AM	13,789	88,636	11,961
1068	26/07/18	02:45:00 AM	13,741	88,487	11,888
1069	26/07/18	03:00:00 AM	13,765	88,055	11,837
1070	26/07/18	03:15:00 AM	13,717	88,197	11,814
1071	26/07/18	03:30:00 AM	13,765	87,914	11,813
1072	26/07/18	03:45:00 AM	13,717	88,197	11,814
1073	26/07/18	04:00:00 AM	13,741	88,055	11,813
1074	26/07/18	04:15:00 AM	13,668	88,054	11,742
1075	26/07/18	04:30:00 AM	13,692	88,054	11,766
1076	26/07/18	04:45:00 AM	13,692	87,775	11,718
1077	26/07/18	05:00:00 AM	13,644	88,196	11,743
1078	26/07/18	05:15:00 AM	13,668	88,196	11,767
1079	26/07/18	05:30:00 AM	13,596	88,339	11,72
1080	26/07/18	05:45:00 AM	13,644	88,053	11,718
1081	26/07/18	06:00:00 AM	13,596	88,053	11,671
1082	26/07/18	06:15:00 AM	13,765	88,937	11,988
1083	26/07/18	06:30:00 AM	13,741	88,937	11,965
1084	26/07/18	06:45:00 AM	13,692	88,936	11,917
1085	26/07/18	07:00:00 AM	13,668	88,486	11,816
1086	26/07/18	07:15:00 AM	13,596	88,485	11,745
1087	26/07/18	07:30:00 AM	13,596	88,485	11,745
1088	26/07/18	07:45:00 AM	13,572	88,632	11,746
1089	26/07/18	08:00:00 AM	13,62	88,633	11,794
1090	26/07/18	08:15:00 AM	13,596	88,195	11,695
1091	26/07/18	08:30:00 AM	13,548	88,338	11,672
1092	26/07/18	08:45:00 AM	13,572	88,053	11,647
1093	26/07/18	09:00:00 AM	13,524	88,194	11,624
1094	26/07/18	09:15:00 AM	13,548	88,194	11,648
1095	26/07/18	09:30:00 AM	13,548	88,338	11,672
1096	26/07/18	09:45:00 AM	13,524	88,338	11,649
1097	26/07/18	10:00:00 AM	13,524	88,484	11,674
1098	26/07/18	10:15:00 AM	13,5	88,337	11,625
1099	26/07/18	10:30:00 AM	13,524	88,484	11,674
1100	26/07/18	10:45:00 AM	13,5	88,483	11,65
1101	26/07/18	11:00:00 AM	13,837	88,637	12,008
1102	26/07/18	11:15:00 AM	13,885	88,638	12,056
1103	26/07/18	11:30:00 AM	13,909	89,094	12,157
1104	26/07/18	11:45:00 AM	14,148	89,415	12,449
1105	26/07/18	12:00:00 PM	14,101	90,589	12,6
1106	26/07/18	12:15:00 PM	14,172	90,243	12,613
1107	26/07/18	12:30:00 PM	14,196	89,577	12,524
1108	26/07/18	12:45:00 PM	14,22	89,741	12,576
1109	26/07/18	01:00:00 PM	14,196	89,577	12,524
1110	26/07/18	01:15:00 PM	14,532	90,255	12,971
1111	26/07/18	01:30:00 PM	14,986	92,344	13,773
1112	26/07/18	01:45:00 PM	15,225	92,566	14,046

1113	26/07/18	02:00:00 PM	15,417	88,517	13,546
1114	26/07/18	02:15:00 PM	15,417	86,466	13,187
1115	26/07/18	02:30:00 PM	15,225	86,592	13,021
1116	26/07/18	02:45:00 PM	14,867	86,467	12,646
1117	26/07/18	03:00:00 PM	14,604	87,108	12,499
1118	26/07/18	03:15:00 PM	14,532	88,65	12,697
1119	26/07/18	03:30:00 PM	14,652	88,804	12,841
1120	26/07/18	03:45:00 PM	14,939	88,658	13,099
1121	26/07/18	04:00:00 PM	14,747	88,212	12,833
1122	26/07/18	04:15:00 PM	14,819	89,433	13,115
1123	26/07/18	04:30:00 PM	14,58	88,802	12,77
1124	26/07/18	04:45:00 PM	14,532	88,954	12,749
1125	26/07/18	05:00:00 PM	14,412	89,106	12,657
1126	26/07/18	05:15:00 PM	14,508	89,586	12,833
1127	26/07/18	05:30:00 PM	14,412	89,106	12,657
1128	26/07/18	05:45:00 PM	14,436	89,264	12,707
1129	26/07/18	06:00:00 PM	14,556	90,256	12,995
1130	26/07/18	06:15:00 PM	14,58	90,431	13,048
1131	26/07/18	06:30:00 PM	14,652	90,788	13,179
1132	26/07/18	06:45:00 PM	14,771	90,437	13,239
1133	26/07/18	07:00:00 PM	14,771	90,264	13,209
1134	26/07/18	07:15:00 PM	14,747	89,431	13,043
1135	26/07/18	07:30:00 PM	14,532	89,75	12,885
1136	26/07/18	07:45:00 PM	14,628	90,608	13,125
1137	26/07/18	08:00:00 PM	15,058	92,768	13,914
1138	26/07/18	08:15:00 PM	15,369	93,909	14,412
1139	26/07/18	08:30:00 PM	15,703	94,662	14,868
1140	26/07/18	08:45:00 PM	15,942	95,73	15,28
1141	26/07/18	09:00:00 PM	16,156	95,747	15,496
1142	26/07/18	09:15:00 PM	15,989	94,682	15,156
1143	26/07/18	09:30:00 PM	16,251	94,956	15,462
1144	26/07/18	09:45:00 PM	16,418	96,047	15,806
1145	26/07/18	10:00:00 PM	16,418	94,968	15,63
1146	26/07/18	10:15:00 PM	16,799	93,536	15,771
1147	26/07/18	10:30:00 PM	16,799	91,246	15,384
1148	26/07/18	10:45:00 PM	16,775	90,333	15,203
1149	26/07/18	11:00:00 PM	16,037	90,661	14,529
1150	26/07/18	11:15:00 PM	15,56	92,17	14,312
1151	26/07/18	11:30:00 PM	15,369	93,447	14,335
1152	26/07/18	11:45:00 PM	15,249	93,668	14,253
1153	27/07/18	12:00:00 AM	15,106	93,892	14,148
1154	27/07/18	12:15:00 AM	15,106	93,892	14,148
1155	27/07/18	12:30:00 AM	15,034	94,366	14,154
1156	27/07/18	12:45:00 AM	15,106	94,619	14,267
1157	27/07/18	01:00:00 AM	15,01	94,864	14,212
1158	27/07/18	01:15:00 AM	14,915	94,857	14,115
1159	27/07/18	01:30:00 AM	14,843	95,11	14,085
1160	27/07/18	01:45:00 AM	14,843	95,11	14,085
1161	27/07/18	02:00:00 AM	14,771	95,104	14,013
1162	27/07/18	02:15:00 AM	14,723	95,101	13,965
1163	27/07/18	02:30:00 AM	14,675	95,097	13,916
1164	27/07/18	02:45:00 AM	14,652	95,358	13,935
1165	27/07/18	03:00:00 AM	14,652	95,095	13,892
1166	27/07/18	03:15:00 AM	14,58	95,09	13,82
1167	27/07/18	03:30:00 AM	14,58	95,09	13,82
1168	27/07/18	03:45:00 AM	14,58	95,09	13,82
1169	27/07/18	04:00:00 AM	14,532	95,086	13,772
1170	27/07/18	04:15:00 AM	14,556	95,088	13,796
1171	27/07/18	04:30:00 AM	14,508	94,827	13,706

1172	27/07/18	04:45:00 AM	14,484	94,825	13,682
1173	27/07/18	05:00:00 AM	14,508	94,576	13,665
1174	27/07/18	05:15:00 AM	14,46	94,326	13,577
1175	27/07/18	05:30:00 AM	14,46	94,326	13,577
1176	27/07/18	05:45:00 AM	14,436	94,324	13,552
1177	27/07/18	06:00:00 AM	14,388	94,321	13,504
1178	27/07/18	06:15:00 AM	14,436	94,324	13,552
1179	27/07/18	06:30:00 AM	14,388	94,08	13,465
1180	27/07/18	06:45:00 AM	14,484	93,85	13,523
1181	27/07/18	07:00:00 AM	14,58	93,398	13,543
1182	27/07/18	07:15:00 AM	14,675	92,961	13,566
1183	27/07/18	07:30:00 AM	14,508	92,737	13,363
1184	27/07/18	07:45:00 AM	14,532	93,172	13,459
1185	27/07/18	08:00:00 AM	14,508	92,737	13,363
1186	27/07/18	08:15:00 AM	14,436	92,947	13,326
1187	27/07/18	08:30:00 AM	14,556	93,173	13,483
1188	27/07/18	08:45:00 AM	14,484	92,318	13,27
1189	27/07/18	09:00:00 AM	14,388	92,73	13,243
1190	27/07/18	09:15:00 AM	14,412	92,731	13,267
1191	27/07/18	09:30:00 AM	14,46	92,734	13,315
1192	27/07/18	09:45:00 AM	14,436	92,733	13,291
1193	27/07/18	10:00:00 AM	14,412	92,731	13,267
1194	27/07/18	10:15:00 AM	14,412	92,521	13,232
1195	27/07/18	10:30:00 AM	14,436	92,522	13,256
1196	27/07/18	10:45:00 AM	14,508	92,319	13,294
1197	27/07/18	11:00:00 AM	14,652	91,923	13,37
1198	27/07/18	11:15:00 AM	14,747	91,927	13,466
1199	27/07/18	11:30:00 AM	14,699	91,344	13,32
1200	27/07/18	11:45:00 AM	14,843	91,35	13,464
1201	27/07/18	12:00:00 PM	15,273	90,813	13,799
1202	27/07/18	12:15:00 PM	15,369	90,112	13,774
1203	27/07/18	12:30:00 PM	15,225	89,125	13,463
1204	27/07/18	12:45:00 PM	15,058	89,766	13,408
1205	27/07/18	01:00:00 PM	14,723	88,654	12,886
1206	27/07/18	01:15:00 PM	14,939	88,963	13,152
1207	27/07/18	01:30:00 PM	15,345	87,515	13,301
1208	27/07/18	01:45:00 PM	15,345	83,987	12,671
1209	27/07/18	02:00:00 PM	15,178	84,617	12,621
1210	27/07/18	02:15:00 PM	15,297	83,394	12,516
1211	27/07/18	02:30:00 PM	15,512	83,484	12,743
1212	27/07/18	02:45:00 PM	15,798	84,077	13,132
1213	27/07/18	03:00:00 PM	15,822	82,716	12,906
1214	27/07/18	03:15:00 PM	15,655	82,815	12,76
1215	27/07/18	03:30:00 PM	15,655	84,394	13,049
1216	27/07/18	03:45:00 PM	15,536	85,159	13,07
1217	27/07/18	04:00:00 PM	15,297	86,218	13,025
1218	27/07/18	04:15:00 PM	15,13	86,848	12,972
1219	27/07/18	04:30:00 PM	14,963	87,376	12,9
1220	27/07/18	04:45:00 PM	15,01	87,929	13,044
1221	27/07/18	05:00:00 PM	14,747	88,212	12,833
1222	27/07/18	05:15:00 PM	14,723	88,805	12,912
1223	27/07/18	05:30:00 PM	14,628	88,956	12,844
1224	27/07/18	05:45:00 PM	14,628	89,753	12,98
1225	27/07/18	06:00:00 PM	14,675	89,921	13,056
1226	27/07/18	06:15:00 PM	15,058	89,933	13,436
1227	27/07/18	06:30:00 PM	15,202	90,278	13,637
1228	27/07/18	06:45:00 PM	15,56	90,466	14,024
1229	27/07/18	07:00:00 PM	15,751	91,201	14,338
1230	27/07/18	07:15:00 PM	15,536	90,643	14,03

1231	27/07/18	07:30:00 PM	15,393	91,186	13,98
1232	27/07/18	07:45:00 PM	15,536	91,192	14,123
1233	27/07/18	08:00:00 PM	15,56	90,643	14,054
1234	27/07/18	08:15:00 PM	15,345	90,815	13,87
1235	27/07/18	08:30:00 PM	15,273	91,369	13,893
1236	27/07/18	08:45:00 PM	15,297	91,955	14,015
1237	27/07/18	09:00:00 PM	15,345	92,363	14,131
1238	27/07/18	09:15:00 PM	15,464	91,963	14,182
1239	27/07/18	09:30:00 PM	15,536	91,768	14,221
1240	27/07/18	09:45:00 PM	15,417	91,376	14,036
1241	27/07/18	10:00:00 PM	15,942	89,792	14,286
1242	27/07/18	10:15:00 PM	15,965	89,302	14,224
1243	27/07/18	10:30:00 PM	15,655	88,824	13,835
1244	27/07/18	10:45:00 PM	15,798	88,524	13,924
1245	27/07/18	11:00:00 PM	15,894	89,462	14,181
1246	27/07/18	11:15:00 PM	15,679	88,979	13,886
1247	27/07/18	11:30:00 PM	15,488	89,946	13,864
1248	27/07/18	11:45:00 PM	15,273	90,281	13,709
1249	28/07/18	12:00:00 AM	15,13	90,45	13,596
1250	28/07/18	12:15:00 AM	15,034	91,171	13,623
1251	28/07/18	12:30:00 AM	15,273	91,561	13,925
1252	28/07/18	12:45:00 AM	15,034	90,985	13,592
1253	28/07/18	01:00:00 AM	14,891	91,543	13,544
1254	28/07/18	01:15:00 AM	14,843	91,932	13,561
1255	28/07/18	01:30:00 AM	14,819	91,931	13,537
1256	28/07/18	01:45:00 AM	14,747	92,128	13,499
1257	28/07/18	02:00:00 AM	14,723	91,926	13,442
1258	28/07/18	02:15:00 AM	14,675	91,924	13,394
1259	28/07/18	02:30:00 AM	14,699	92,537	13,52
1260	28/07/18	02:45:00 AM	14,675	92,328	13,461
1261	28/07/18	03:00:00 AM	14,628	92,533	13,448
1262	28/07/18	03:15:00 AM	14,628	92,325	13,413
1263	28/07/18	03:30:00 AM	14,58	91,722	13,265
1264	28/07/18	03:45:00 AM	14,604	91,92	13,322
1265	28/07/18	04:00:00 AM	14,58	91,722	13,265
1266	28/07/18	04:15:00 AM	14,532	91,527	13,185
1267	28/07/18	04:30:00 AM	14,556	91,337	13,177
1268	28/07/18	04:45:00 AM	14,508	91,148	13,098
1269	28/07/18	05:00:00 AM	14,532	91,527	13,185
1270	28/07/18	05:15:00 AM	14,532	91,336	13,153
1271	28/07/18	05:30:00 AM	14,508	91,335	13,129
1272	28/07/18	05:45:00 AM	14,652	91,154	13,241
1273	28/07/18	06:00:00 AM	14,532	90,965	13,091
1274	28/07/18	06:15:00 AM	14,508	90,964	13,067
1275	28/07/18	06:30:00 AM	14,508	91,148	13,098
1276	28/07/18	06:45:00 AM	14,484	91,147	13,074
1277	28/07/18	07:00:00 AM	14,484	90,963	13,043
1278	28/07/18	07:15:00 AM	14,436	90,78	12,965
1279	28/07/18	07:30:00 AM	14,675	90,434	13,143
1280	28/07/18	07:45:00 AM	14,58	90,607	13,078
1281	28/07/18	08:00:00 AM	14,532	90,605	13,03
1282	28/07/18	08:15:00 AM	14,484	90,427	12,953
1283	28/07/18	08:30:00 AM	14,46	90,426	12,929
1284	28/07/18	08:45:00 AM	14,46	90,253	12,899
1285	28/07/18	09:00:00 AM	14,46	90,426	12,929
1286	28/07/18	09:15:00 AM	14,46	90,426	12,929
1287	28/07/18	09:30:00 AM	14,46	90,253	12,899
1288	28/07/18	09:45:00 AM	14,436	90,252	12,876
1289	28/07/18	10:00:00 AM	14,436	90,082	12,847

1290	28/07/18	10:15:00 AM	14,412	89,913	12,794
1291	28/07/18	10:30:00 AM	14,412	90,081	12,823
1292	28/07/18	10:45:00 AM	14,412	89,913	12,794
1293	28/07/18	11:00:00 AM	14,412	89,913	12,794
1294	28/07/18	11:15:00 AM	14,771	89,115	13,013
1295	28/07/18	11:30:00 AM	14,747	88,654	12,91
1296	28/07/18	11:45:00 AM	15,106	88,661	13,265
1297	28/07/18	12:00:00 PM	15,082	88,661	13,241
1298	28/07/18	12:15:00 PM	15,082	88,813	13,268
1299	28/07/18	12:30:00 PM	15,13	87,651	13,113
1300	28/07/18	12:45:00 PM	21,632	76,26	17,295
1301	28/07/18	01:00:00 PM	19,559	62,634	12,256
1302	28/07/18	01:15:00 PM	17,965	72,062	12,875
1303	28/07/18	01:22:38 PM			
1304	28/07/18	01:24:16 PM			

Reportes HTerm 3.0 de las soluciones propuestas en Cortes Integrales de la *Guía de recomendaciones generales para el profesional en arquitectura y para el usuario, a efectos de evitar la tendencia a la formación de humedades y moho en edificios de Montevideo y de construcción tradicional, durante la etapa de diseño, construcción y uso de los mismos.*

Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 1800)	20.0	1800.0	36.0	1.0	1000.0	2.00E-02	36.0	9.90E-12	2.02E+09	4.95E-10	20.0		BDO
Hormigón Densidad media (den..	100.0	2200.0	220.0	1.65	1000.0	6.06E-02	220.0	1.65E-12	6.06E+10	1.65E-11	120.0		BDO
Lámina de polietileno (0,25 ..	0.25	950.0	0.24		2000.0	0.00E+00	0.47		5.05E+11	1.98E-12		100.0	BDO
Hormigón de cascote (densida..	80.0	1600.0	128.0	0.76	1000.0	0.11	128.0	1.32E-12	6.06E+10	1.65E-11	150.0		BDO
Alisado a y p	40.0	1800.0	72.0	1.0	1000.0	4.00E-02	72.0	1.98E-11	2.02E+09	4.95E-10	10.0		
Asfalto	2.0	2100.0	4.2	0.7	1000.0	2.86E-03	4.2	3.96E-15	5.05E+11	1.98E-12	5.00E+04		BDO
Lámina de polietileno grapad..	0.15	950.0	0.14		2000.0	0.00E+00	0.28		4.04E+10	2.47E-11		8.0	BDO
Asfalto	2.0	2100.0	4.2	0.7	1000.0	2.86E-03	4.2	3.96E-15	5.05E+11	1.98E-12	5.00E+04		BDO
Placa con tacos par azotea i..	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.17	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		
Baldosones de hormigon	15.0	2000.0	30.0	1.35	1000.0	1.11E-02	30.0	1.98E-12	7.58E+09	1.32E-10	100.0		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
----	----	-----	-----	-----	-----

Reporte Hterm

0	18.0	90	80	0.04	0.25
---	------	----	----	------	------

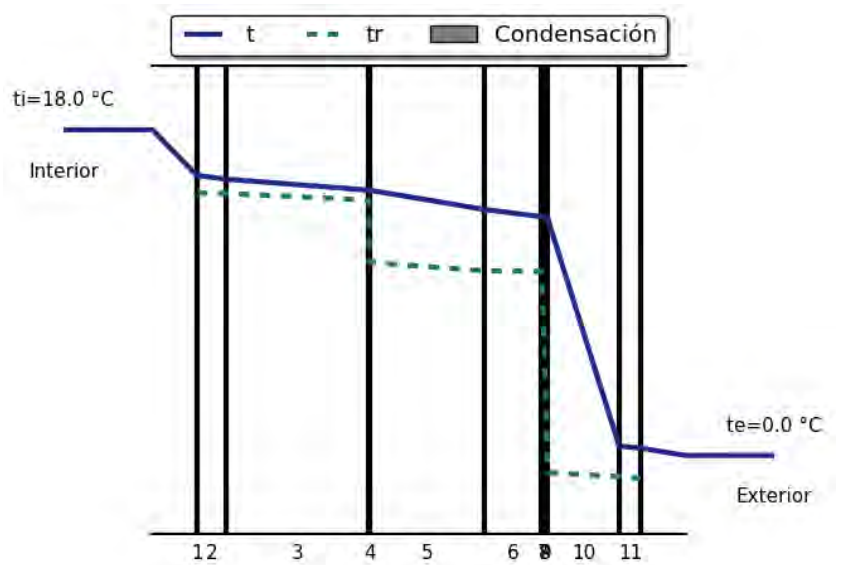
Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.48	14.5
1-2	15.48	14.5
2-3	15.27	14.48
3-4	14.66	14.11
4-5	14.66	10.67
5-6	13.6	10.2
6-7	13.2	10.19
7-8	13.17	5.72
8-9	13.17	5.3
9-10	13.14	-0.96
10-11	0.52	-1.17
11-Ex	0.4	-1.27



Transmitancia Térmica: 0.61 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

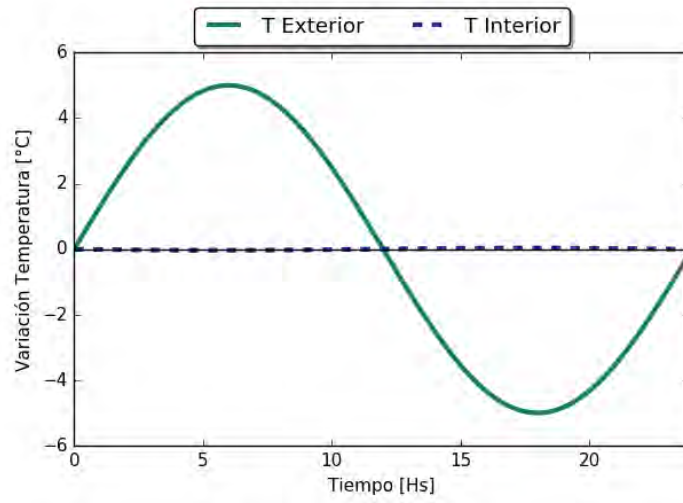
Masa: 496.28 Kg/m²

Espesor: 0.309 m

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.007

Retardo Térmico: 11.66 Hs



Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 1800)	20.0	1800.0	36.0	1.0	1000.0	2.00E-02	36.0	9.90E-12	2.02E+09	4.95E-10	20.0		BDO
Hormigón Densidad media (den..	100.0	2200.0	220.0	1.65	1000.0	6.06E-02	220.0	1.65E-12	6.06E+10	1.65E-11	120.0		BDO
Lámina de polietileno (0,25 ..	0.25	950.0	0.237		2000.0	0.00E+00	0.475		5.05E+11	1.98E-12		100.0	BDO
Hormigón de cascote (densida..	80.0	1600.0	128.0	0.76	1000.0	0.105	128.0	1.32E-12	6.06E+10	1.65E-11	150.0		BDO
Alisado a y p	40.0	1800.0	72.0	1.0	1000.0	4.00E-02	72.0	1.98E-11	2.02E+09	4.95E-10	10.0		
Asfalto	2.0	2100.0	4.2	0.7	1000.0	2.86E-03	4.2	3.96E-15	5.05E+11	1.98E-12	5.00E+04		BDO
Lámina de polietileno grapad..	0.15	950.0	0.142		2000.0	0.00E+00	0.285		4.04E+10	2.47E-11		8.0	BDO
Asfalto	2.0	2100.0	4.2	0.7	1000.0	2.86E-03	4.2	3.96E-15	5.05E+11	1.98E-12	5.00E+04		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	40.0	30.0	1.2	4.00E-02	1450.0	1.0	1.74	3.30E-12	1.21E+10	8.25E-11	60.0		BDO
alisado a y p con malla elec..	40.0	1800.0	72.0	1.0	1000.0	4.00E-02	72.0	1.98E-11	2.02E+09	4.95E-10	10.0		

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	Hre	ti	Hri	Rse	Rsi
0	90	18.0	80	0.04	0.25

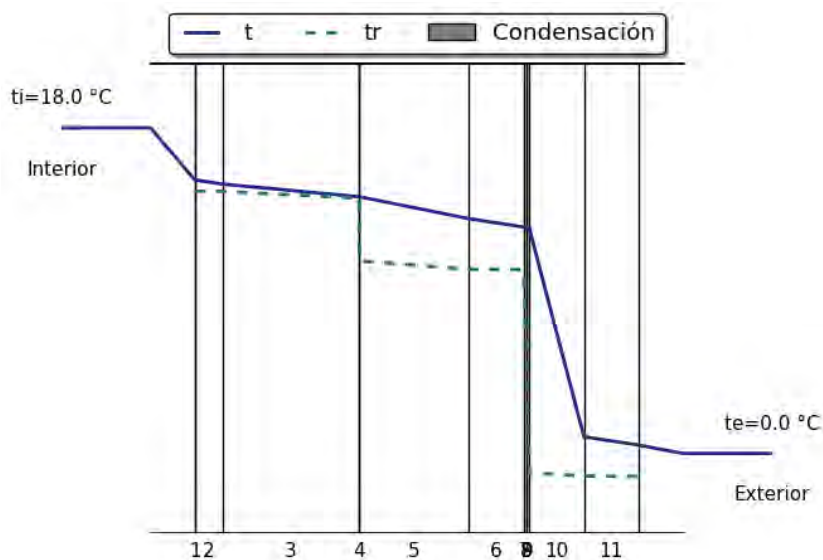
Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Fuera de Norma

Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.12	14.5
1-2	15.12	14.5
2-3	14.89	14.48
3-4	14.19	14.11
4-5	14.19	10.64
5-6	12.98	10.18
6-7	12.51	10.16
7-8	12.48	5.66
8-9	12.48	5.24
9-10	12.45	-1.07
10-11	0.92	-1.24
11-Ex	0.46	-1.27



Transmitancia Térmica: 0.71 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

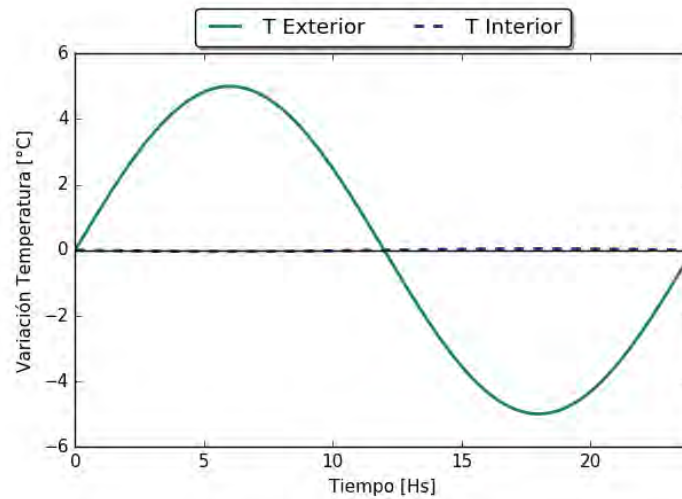
Masa: 537.98 Kg/m²

Espesor: 0.324 m

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.008

Retardo Térmico: 11.93 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 2100)	25.0	2100.0	52.5	1.4	1000.0	1.79E-02	52.5	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Ladrillo de prensa	120.0	1600.0	192.0	0.81	1000.0	0.15	192.0	1.24E-11	9.70E+09	1.03E-10	16.0		BDO
Asfalto	2.0	2100.0	4.2	0.7	1000.0	2.86E-03	4.2	3.96E-15	5.05E+11	1.98E-12	5.00E+04		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.17	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
Ladrillo de prensa	120.0	1600.0	192.0	0.81	1000.0	0.15	192.0	1.24E-11	9.70E+09	1.03E-10	16.0		BDO
Revoque (densidad 2100)	25.0	2100.0	52.5	1.4	1000.0	1.79E-02	52.5	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Reporte Hterm

Zona C
Fuera de Norma

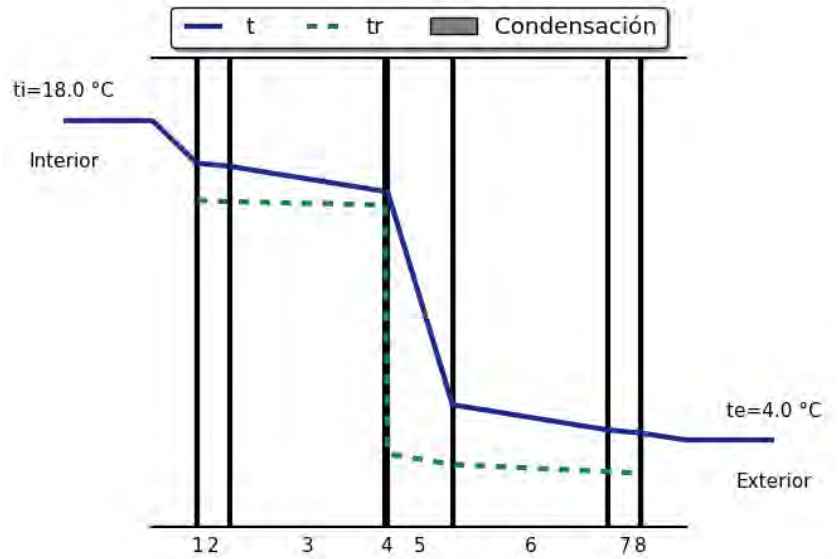
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	16.13	14.5
1-2	16.13	14.49
2-3	16.0	14.45
3-4	14.89	14.3
4-5	14.87	3.39
5-6	5.54	2.92
6-7	4.43	2.61
7-8	4.3	2.53
8-Ex	4.3	2.51

Transmitancia Térmica: 0.57 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 494.7 Kg/m²

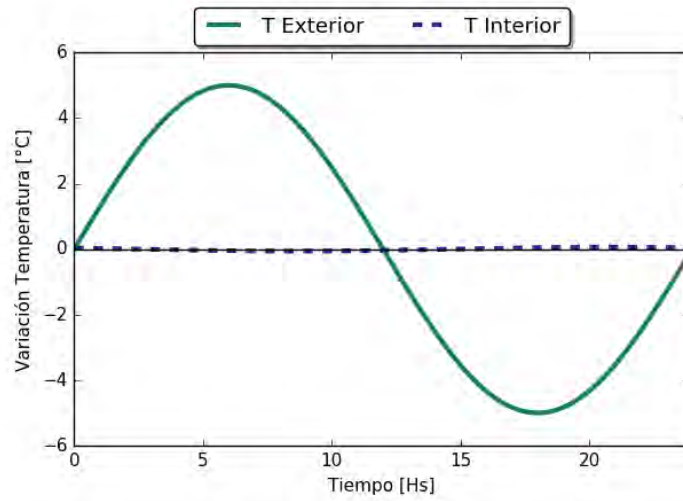
Espesor: 0.342 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.012

Retardo Térmico: 14.55 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO
Revoque (densidad 2100)	25.0	2100.0	52.5	1.4	1000.0	1.79E-02	52.5	9.90E-12	2.53E+09	3.96E-10	20.0		BDO
Ladrillo de prensa	120.0	1600.0	192.0	0.81	1000.0	0.15	192.0	1.24E-11	9.70E+09	1.03E-10	16.0		BDO
Cemento y arena	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	1.98E-11	5.05E+08	1.98E-09	10.0		BDO
Asfalto	2.0	2100.0	4.2	0.7	1000.0	2.86E-03	4.2	3.96E-15	5.05E+11	1.98E-12	5.00E+04		BDO
Poliestireno expandido EPS (..	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.17	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
Revoque (densidad 2100)	10.0	2100.0	21.0	1.4	1000.0	7.14E-03	21.0	9.90E-12	1.01E+09	9.90E-10	20.0		BDO
Pintura - emulsión	1.00E-03	1000.0	1.00E-03		1.0	0.00E+00	1.00E-06		5.05E+08	1.98E-09		0.1	BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
4	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical

Reporte Hterm

Zona C
Fuera de Norma

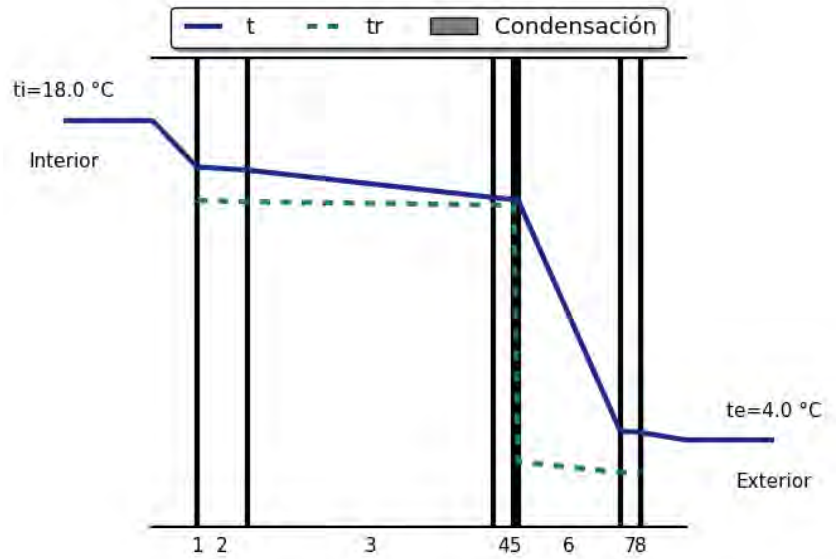
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.97	14.5
1-2	15.97	14.49
2-3	15.83	14.45
3-4	14.63	14.29
4-5	14.54	14.29
5-6	14.52	3.05
6-7	4.38	2.56
7-8	4.32	2.53
8-Ex	4.32	2.51

Transmitancia Térmica: 0.62 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 289.2 Kg/m²

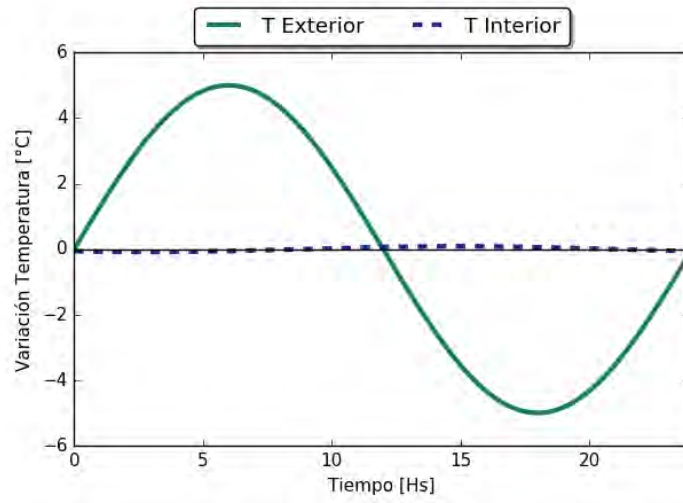
Espesor: 0.217 m



Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.017

Retardo Térmico: 8.85 Hs



Reporte Hterm

Sección 1 : Datos Muro

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m³]

M -> Masa [Kg/m²]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m².K]

R -> Resistencia térmica [m².K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m².K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m².s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m².s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Ceramica interior	7.0	2000.0	14.0	1.0	800.0	7.00E-03	11.2	4.95E-12	1.41E+09	7.07E-10	40.0		
Alisado a y p	25.0	1800.0	45.0	1.0	1000.0	2.50E-02	45.0	1.98E-11	1.26E+09	7.92E-10	10.0		
Lámina de polietileno (0,25 ..	0.25	950.0	0.24		2000.0	0.00E+00	0.47		5.05E+11	1.98E-12		100.0	BDO
Hormigón Densidad media (den..	60.0	2000.0	120.0	1.35	1000.0	4.44E-02	120.0	1.98E-12	3.03E+10	3.30E-11	100.0		
Poliestireno expandido EPS (..	30.0	30.0	0.9	4.00E-02	1450.0	0.75	1.3	3.30E-12	9.09E+09	1.10E-10	60.0		BDO
Hormigón de cascote (densida..	150.0	1600.0	240.0	0.76	1000.0	0.2	240.0	1.32E-12	1.14E+11	8.80E-12	150.0		BDO
Arena y grava (densidad 1700..	1000.0	1950.0	1950.0	2.0	1045.0	0.5	2037.75	3.96E-12	2.53E+11	3.96E-12	50.0		BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m².K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m².K/W]

te	ti	Hre	Hri	Rse	Rsi
0	18.0	90	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona C

Reporte Hterm

Fuera de Norma

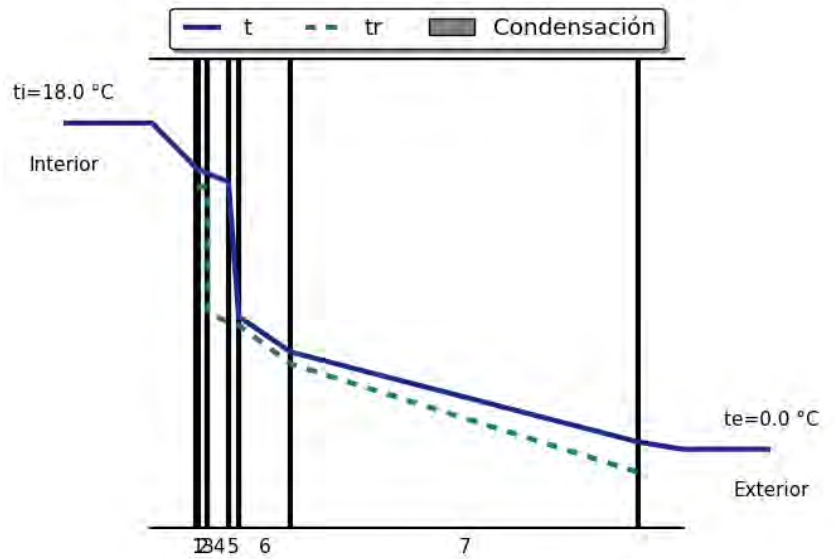
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	15.52	14.5
1-2	15.45	14.48
2-3	15.2	14.47
3-4	15.2	7.53
4-5	14.76	7.01
5-6	7.32	6.85
6-7	5.36	4.7
7-Ex	0.4	-1.27

Transmitancia Térmica: 0.6 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 2370.14 Kg/m²

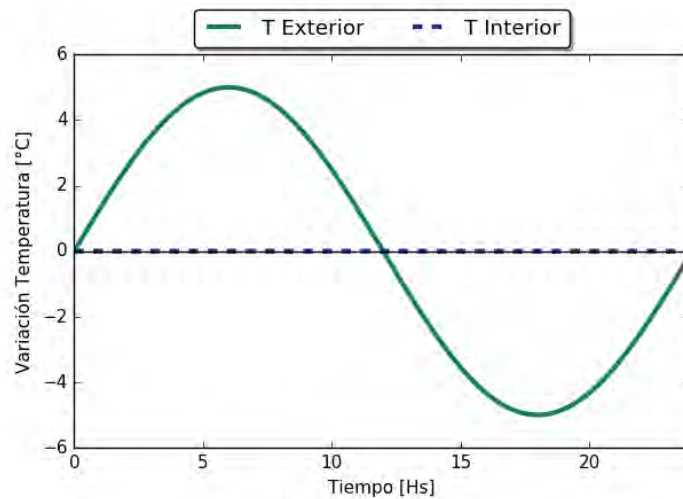
Espesor: 1.272 m



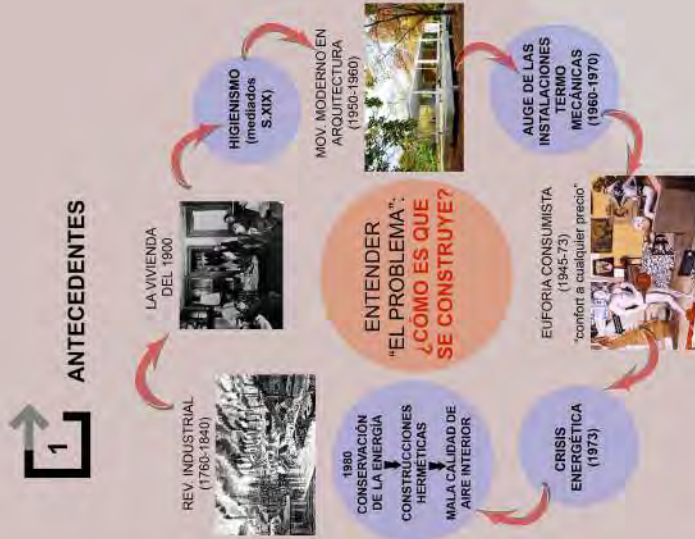
Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.0

Retardo Térmico: 7.1 Hs

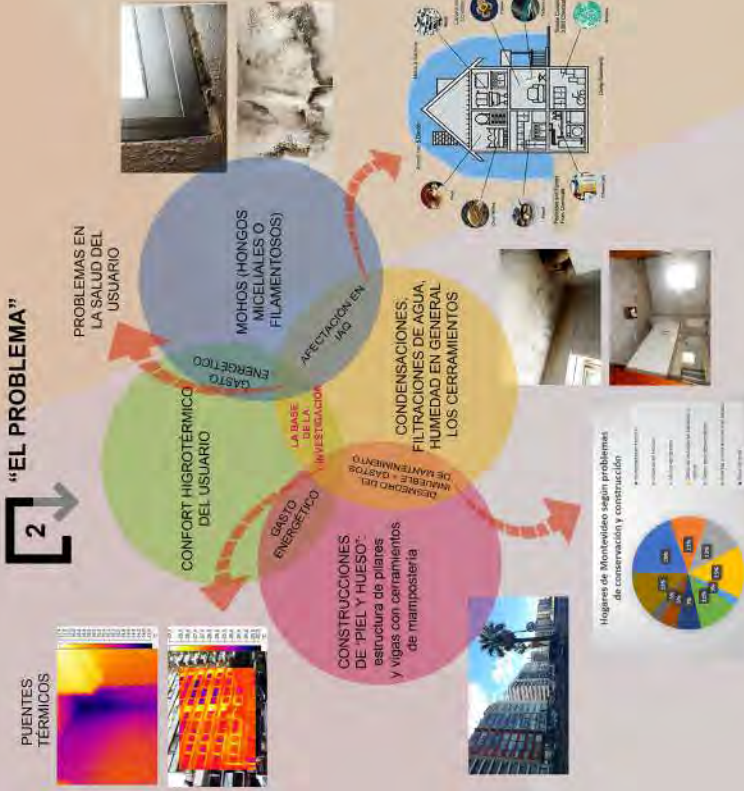


ANTECEDENTES



PUENTES

“EL PROBLEMA”



“EL PROBLEMA”

QUE APORTA ESTA INVESTIGACION ?

Esta investigación propone la **integración de aportes técnicos, constructivos, normativos y científicos** en materia de **proliferación de mohos** que afectan negativamente la **calidad de aire interior de los edificios**, y su **articulación con aspectos arquitectónico-constructivos locales**. Plantea una contribución al campo de la salud desde el enfoque constructivo y arquitectónico

Tiene carácter **teórico-práctico**, fines **didácticos y de apoyo académico**; pretende ser de utilidad a los **profesionales en general**, fundamentalmente del ámbito **arquitectónico** (por generar recomendaciones sobre teoría, diseño y prácticas constructivas) y al ámbito de la **medicina** (tanto a nivel del Ministerio de Salud Pública y ramas anexas, como de los profesionales de la salud en general) como **antecedente para la evaluación y la creación de buenas prácticas** en relación a la exposición del usuario frente a **mohos**.

SÍNTESIS DE LA GUÍA DE RECOMENDACIONES PARA EL PROFESIONAL: CORTES INTEGRALES - SOLUCIÓN ESTÁNDAR

